



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115597649 A

(43) 申请公布日 2023.01.13

(21) 申请号 202210733528.4

(22) 申请日 2022.06.27

(30) 优先权数据

21184910.4 2021.07.09 EP

(71) 申请人 APTIV技术有限公司

地址 巴巴多斯圣迈克尔

(72) 发明人 J·波尔贝斯基 K·科格特

M·罗泽维奇 M·法拉格

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限

公司 11127

专利代理师 师玮 党晓林

(51) Int.Cl.

G01D 18/00 (2006.01)

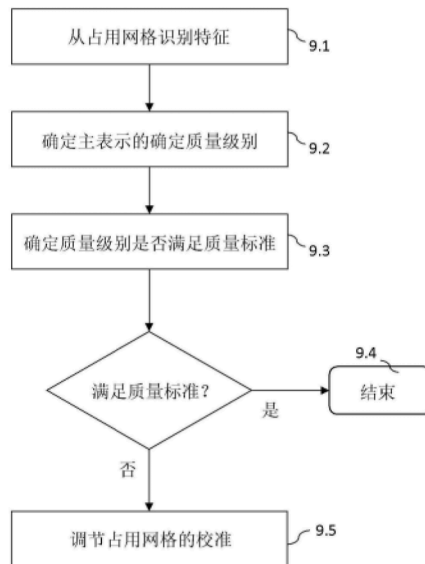
权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54) 发明名称

占用网格校准

(57) 摘要

本发明涉及占用网格校准。公开了一种用于校准映射载具环境的占用网格的由计算机实现的方法和系统。该方法包括：识别映射载具环境的占用网格的特征，其中，占用网格提供所述特征的主表示；确定所述特征的主表示的质量级别；确定所述质量级别是否满足质量标准；以及如果质量级别不满足质量标准，则调节占用网格的校准，其中，调节占用网格的校准包括调节用于生成占用网格的至少一个参数，以使质量级别满足质量阈值。



1. 一种校准映射载具环境的占用网格的由计算机实现的方法,该方法包括:  
由控制器识别映射载具环境的占用网格的特征,其中,所述占用网格提供所述特征的主表示;  
由所述控制器确定所述特征的所述主表示的质量级别;  
由所述控制器确定所述质量级别是否满足质量标准;以及  
如果所述质量级别不满足所述质量标准,则由所述控制器调节所述占用网格的校准,其中,调节所述占用网格的校准包括调节用于生成所述占用网格的至少一个参数,以使所述质量级别满足所述质量阈值。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,确定所述特征的所述主表示的质量级别的步骤包括:  
由所述控制器获取提供所识别特征的次表示的基准信息,其中,所述基准信息独立于所述占用网格而获得;以及  
由所述控制器将所识别特征的所述次表示与来自所述占用网格的所述特征的主表示进行比较,以确定所述次表示与所述主表示之间的差异。
3. 根据权利要求2所述的方法,其中,确定所述质量级别是否满足质量标准的步骤包括确定所述差异是否满足容差阈值。
4. 根据权利要求3所述的方法,其中,调节所述占用网格的校准的步骤包括调节用于生成所述占用网格的至少一个参数,以减少所述次表示和所述主表示之间的所述差异。
5. 根据权利要求4所述的方法,其中,调节用于生成所述占用网格的至少一个参数以减少所述次表示和所述主表示之间的差异的步骤包括对所述至少一个参数应用梯度下降算法以使所述差异最小化。
6. 根据权利要求2至5中的任一项所述的方法,所述方法还包括在存储器中存储仿真数据,所述仿真数据将所述差异对用于生成所述占用网格的所述一个或更多个参数的依赖性进行建模。
7. 根据权利要求2至6中的任一项所述的方法,其中,提供所识别特征的次表示的基准信息包括与所述特征相对应的对象的位置数据,所述位置数据从高分辨率地图模块获得。
8. 根据权利要求2至6中的任一项所述的方法,其中,提供所识别特征的次表示的基准信息包括从对象跟踪模块获得的动态位置数据。
9. 根据权利要求1至8中的任一项所述的方法,其中,所述至少一个参数包括以下各项中的一个或更多个:衰减平均寿命、空闲空间置信级别、传感器模型类型和检测不确定度值。
10. 一种计算机程序产品,包括计算机可读指令,当计算机可读指令由处理器执行时,使计算机执行根据权利要求1至9中的任一项所述的方法。
11. 一种用于校准映射载具环境的占用网格的系统,所述系统包括控制器,所述控制器被配置成:  
识别映射载具环境的占用网格的特征,其中,所述占用网格提供所述特征的主表示;  
确定所述特征的所述主表示的质量级别;  
确定所述质量级别是否满足质量标准;以及  
如果所述质量级别不满足所述质量标准,则调节所述占用网格的校准,其中,调节所述

占用网格的校准包括调节用于生成所述占用网格的至少一个参数,以使所述质量级别满足所述质量阈值。

12. 根据权利要求11所述的系统,其中,确定所述特征的所述主表示的质量级别包括:

获取提供所识别特征的次表示的基准信息,其中,所述基准信息独立于所述占用网格而获得;以及

将所识别特征的所述次表示与来自所述占用网格的所述特征的主表示进行比较,以确定所述次表示与所述主表示之间的差异。

13. 根据权利要求12所述的系统,其中,提供所识别特征的次表示的基准信息包括与所述特征相对应的对象的位置数据,所述位置数据从高分辨率地图模块获得。

14. 根据权利要求12所述的系统,其中,提供所识别特征的次表示的基准信息包括从对象跟踪模块获得的动态位置数据。

15. 根据权利要求11至14中的任一项所述的系统,其中,所述至少一个参数包括以下各项中的一个或多个:衰减平均寿命、空闲空间置信级别、传感器模型类型和检测不确定度值。

## 占用网格校准

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于映射载具环境的占用网格的校准。

### 背景技术

[0002] 随着目前全自动和/或配备高级驾驶员辅助系统(ADAS)的机动车的发展,已经开发了用于根据来自载具的一个或多个传感器的大量数据可靠估计载具环境的许多技术。广泛使用的方案涉及使用一个或多个传感器检测载具环境中的对象或障碍物,然后将来自各种传感器源的数据融合到包含与相应的占用和/或空闲空间概率相关联的单元格的占用网格中。使用合适的传感器模型计算各单元格的占用概率,该模型将与所检测到的对象有关的数据和附加信息转换为占用和/或空闲空间概率。

[0003] 为了提供载具环境的准确、可靠表示,有必要校准占用网格,同时考虑输入信息的独特特性。因此,各输入传感器源需要不同的传感器建模校准。此外,在占用网格算法本身中,必须正确地调谐过滤参数,以正确地过滤有噪声的数据。

### 发明内容

[0004] 根据本公开的第一个方面,提供了一种校准映射载具环境的占用网格的由计算机实现的方法,该方法包括:由控制器识别映射载具环境的占用网格的特征,其中,所述占用网格提供所述特征的主表示;由所述控制器确定所述特征的所述主表示的质量级别;由所述控制器确定所述质量级别是否满足质量标准;以及如果所述质量级别不满足所述质量标准,则由所述控制器调节所述占用网格的校准,其中,调节所述占用网格的校准包括调节用于生成所述占用网格的至少一个参数,以使所述质量级别满足所述质量阈值。

[0005] 确定所述特征的主表示的所述质量级别的步骤可以包括:由所述控制器获取提供所识别特征的次表示的基准信息,其中,所述基准信息独立于所述占用网格而获得;以及由所述控制器将所识别特征的所述次表示与来自所述占用网格的所述特征的主表示进行比较,以确定所述次表示与所述主表示之间的差异。

[0006] 确定所述质量级别是否满足质量标准的步骤可以包括确定所述差异是否满足容差阈值。

[0007] 调节所述占用网格的校准的步骤可以包括调节用于生成占用网格的至少一个参数,以减少所述次表示和所述主表示之间的所述差异。

[0008] 调节用于生成占用网格的至少一个参数,以减少所述次表示和所述主表示之间的差异的步骤可以包括对所述至少一个参数应用梯度下降算法以使所述差异最小化。

[0009] 所述方法可以还包括在存储器中存储仿真数据,所述仿真数据将所述差异对用于生成所述占用网格的所述一个或多个参数的依赖性进行建模。

[0010] 提供所识别特征的次表示的基准信息可以包括与所述特征相对应的对象的位置数据,所述位置数据从高分辨率地图模块获得。

[0011] 提供所识别特征的次表示的基准信息可以包括从对象跟踪模块获得的动态位置

数据。

[0012] 所述至少一个参数可以包括以下各项中的一个或多个：衰减平均寿命、空闲空间置信级别、传感器模型类型和检测不确定度值。

[0013] 根据本公开的第二个方面，提供了一种计算机程序产品，包括计算机可读指令，当计算机可读指令由处理器执行时，使计算机执行根据第一个方面所述的方法。

[0014] 根据本公开的第三个方面，提供了一种用于校准映射载具环境的占用网格的系统，所述系统包括控制器，所述控制器被配置成：识别映射载具环境的占用网格的特征，其中，所述占用网格提供所述特征的主表示；确定所述特征的所述主表示的质量级别；确定所述质量级别是否满足质量标准；以及如果所述质量级别不满足所述质量标准，则调节所述占用网格的校准，其中，调节所述占用网格的校准包括调节用于生成所述占用网格的至少一个参数，以使所述质量级别满足所述质量阈值。

## 附图说明

[0015] 为了本发明可被技术人员充分理解，将参照附图描述示例，其中：

[0016] 图1例示了载具；

[0017] 图2是用于映射载具周围环境的装置的示意框图；

[0018] 图3是占用网格确定器的示意框图；

[0019] 图4A例示了占用网格；

[0020] 图4B例示了可驾驶廊道；

[0021] 图5例示了校准参数空间；

[0022] 图6是交通标志的初始网格表示；

[0023] 图7是交通标志的最大似然近似；

[0024] 图8示出了利用变化参数对交通标志的表示的改变；以及

[0025] 图9是例示在本公开的示例实施方式中执行的示例操作的流程图。

## 具体实施方式

[0026] 本发明的示例实施方式提供了改进的对映射载具环境的占用网格的校准。识别占用网格中表示的一个或多个特征，并且使用一个或多个关键性能指标测量一个或多个特征的表示质量。如果确定表示质量不符合满意级别，则调节用于生成占用网格的一个或多个参数的校准，以在占用网格上获得满意的特征表示。

[0027] 在一个实施方式中，将可驾驶廊道的表示与从对象跟踪系统获得的对象跟踪信息进行比较。可根据占用网格估计车道中的第二载具在本载具前方的位置，作为本载具前方可驾驶廊道的终点。然后，可以将该位置信息与从对象跟踪系统获得的对象跟踪数据进行比较，以确定从占用网格获得的位置数据（对应于可驾驶廊道的末端）与从对象跟踪系统获得的位置数据之间的差异。由于假定了对象跟踪系统比从占用网格获得的位置数据准确，因此差异给出了从占用网格获得的位置数据的质量级别。如果该差异不满足质量标准（例如，如果差异高于阈值），则调节用于生成占用网格的一个或多个参数，以将差异降低到可接受的级别。

[0028] 在另一实施方式中，将占用网格的表示对象（例如交通标志）的部分与从高分辨率

(HD) 地图模块获得的位置信息进行比较。对象的理想表示将涉及占用网格的单个单元格被指定为被占用。将占用网格中对象表示的分辨率与质量标准进行比较。如果对象表示不满足质量标准,则调节用于生成占用网格的一个或更多个参数,以将占用网格中的对象表示提高到可接受的级别。

[0029] 根据各种实施方式,用于生成占用网格的参数的调节量基于仿真数据。差异级别可以绘制为随着用于生成占用网格的一个或更多个参数而改变。因此,可以根据仿真数据对差异级别与用于生成占用网格的各种参数之间的联系进行建模。可以使用诸如梯度下降算法之类的优化算法来确定为了使占用信息与基准信息之间的差异最小化而需要的参数调节级别。然后调节参数,从而重新校准占用网格。

[0030] 出于几个原因,这种装置是有利的。可以对占用网格进行自动重新校准。这在载具环境发生变化的情况下非常有用,例如当载具遇到天气或光照条件变化时。可以在不详细了解整个载具环境的地面真实情况的情况下执行重新校准。相反,从占用网格中识别一个或更多个特征,并且分析这些特定特征的地面真实信息,以确定占用网格的质量级别。因此,示例实施方式比先前的防范在计算上高效。

[0031] 图1示出了根据本发明的一个或更多个实施方式的配备有用于映射载具10环境的装置20的载具10。该装置可以具有安装在载具10上不同位置的各种组件,但为了简单起见,将装置20描述为安装在载具上的单个组件。装置20包括用于感测载具10周围的对象和/或空闲空间的一个或更多个传感器。例如,装置20包括用于检测载具10周围对象的一个或更多个雷达传感器、激光雷达传感器、超声波传感器和/或成像传感器。装置20被配置成根据本文公开的方法映射载具10的环境。

[0032] 在装置20中,传感器在载具10上安装成使其能够感测载具周围视野F内的对象,尤其是感测视野中10在多个方向上的对象与载具之间的距离。例如,传感器可以安装在载具10的前角。视野被描绘为在载具10的前方方向上延伸,虽然视野可以在载具的任何方向上延伸。此外,视野可以是载具周围环境的局部视图,也可以是周围环境的整体全景视图。应当理解,可以选择装置20的传感器的数量、位置和方向以实现期望视野。

[0033] 图2是示出根据一个实施方式的装置20的组件的示意框图。

[0034] 装置20包括占用网格确定器200,占用网格确定器被配置成实现确定映射载具环境的占用网格的逻辑。装置20包括传感器系统,传感器系统包括雷达系统210、激光雷达系统220和摄像头系统230。在一些实施方式中,装置20可以包括超声系统(未示出)。

[0035] 雷达系统210包括一个或更多个雷达天线,该一个或更多个雷达天线被配置成发射雷达信号,例如经调制的雷达信号,例如啁啾信号。可以在一个或更多个天线处获取或检测信号,并且通常被称为返回信号。返回信号可以是由所发射的雷达信号在障碍物上的反射引起的。一个或更多个天线可以单独提供或作为天线阵列提供,其中一个或更多个天线中的至少一个天线发射雷达信号,并且一个或更多个天线中的至少一个天线检测返回信号。所检测或获取的返回信号表示电磁场的幅度/能量随时间的变化。

[0036] 激光雷达系统220类似地被配置成向载具10的周围发射信号,并检测载具周围的反射信号,从而检测周围对象。

[0037] 摄像头系统230包括安装在载具10上的一个或更多个摄像头,以提供载具10行驶的路面的图像和/或视频。设置一个或更多个摄像头,以捕获载具周围图像和/或视频数据。

例如,摄像头可以设置在载具周围,以获得载具周围360°的视野。摄像头系统230可以包括处理装置,该处理装置被配置成分析由摄像头获得的图像和/或视频,以从中提取信息。例如,可以使用深度学习和神经网络来分析图像和/或视频,以执行分割分析来识别载具周围对象。

[0038] 装置20包括对象跟踪器240。对象跟踪器240在操作上在从一个或多个传感器系统(例如雷达系统210、激光雷达系统220和/或摄像头系统230)获得的图像数据中识别动态对象。对象跟踪器240可用于从雷达、激光雷达和图像数据获取载具周围动态对象的形状、尺寸、速度和方向。例如,对象跟踪器240可以在操作上跟踪载具环境中的其他载具或行人。对象跟踪器240可以使用摄像头图像的分割分析来识别所识别对象的形状,并将该对象识别为汽车。对象跟踪器240跟踪载具10的视野中的对象,并且可以提取关于被跟踪对象的行为的信息,例如被跟踪对象的速度。

[0039] 装置20包括高分辨率(HD)地图模块250。高分辨率地图模块250在操作上获取载具10行驶环境的最新高分辨率地图数据。HD地图模块250可以下载HD地图数据以供脱机使用。高分辨率地图模块250还可以具有网络连接,以在线获取高分辨率地图数据。

[0040] 装置20包括GNSS模块260,可配置成使用全球定位系统(GPS)、GLONASS、伽利略或任何其他卫星导航系统获取载具的当前位置。GNSS模块260获得的定位数据可以用于在HD地图模块250获得的HD地图上绘制载具10的位置。

[0041] 装置20包括用于允许装置20与其他系统交互的输入/输出(I/O) 270。例如,装置20可与载具控制系统1000交互,该载具控制系统在操作上控制载具10的运动(例如转向、加速和制动)。因此,装置20获得的信息可以由载具控制系统1000用于沿给定路线驾驶载具10。

[0042] 图3示出了根据一个或多个实施方式的用于映射载具10环境的占用网格确定器200的示意框图。占用网格确定器200包括控制器301、存储器302和输入/输出303。

[0043] 控制器301包括获取单元310、占用/空闲空间映射单元311和占用网格校准单元312。

[0044] 获取单元310被配置成获取传感器数据(例如,距离和距离速率数据),并且根据该传感器数据计算载具周围的一个或多个对象的位置。具体而言,对于包括雷达、激光雷达或超声波传感器的实施方式,获取单元310可以获取返回信号(例如,在一个或多个天线处检测),并且可以对返回信号应用模数(A/D)转换。获取单元310可以将发射信号和检测返回信号之间的延迟转换为表示对象与载具10之间的距离的距离数据,并且还可以根据返回信号(例如,通过比较来自不同天线的多个信号)计算对象的方向。可以通过对返回信号与所发射的雷达信号进行相关来获取延迟,从而获取距离数据。可选地或附加地,获取单元310可以从一个或多个立体摄像头获取图像数据,并对图像数据执行立体算法,以计算到对象和载具10的距离。

[0045] 获取单元310还被配置成从诸如对象跟踪器240或HD地图模块250之类的辅助源获取基准信息,并将基准信息提供给校准单元312。

[0046] 占用/空闲空间映射单元311被配置成获取由获取单元310计算的所检测的对象或空闲空间的坐标,并基于该数据在地球坐标系下计算占用网格。更具体地,占用/空闲空间映射单元311包括传感器模型,该传感器模型将从获取单元310获取的检测数据作为输入,并根据该数据生成占用网格(应当理解,可以使用任何传感器模型,例如任何物理模型、确

定性模型或逆传感器模型)。例如,占用/空闲空间映射单元311可以从获取单元接收多个检测结果,各个检测结果包括距离值和方位角(表示检测到的对象或空闲空间相对于载具的距离和方向)。然后,可以将检测结果转换为针对占用网格中的单元格的一组占用和/或空闲空间概率。占用/空闲空间映射单元311被配置成使用适当的传感器融合模型来组合从不同类型的传感器获得的传感器数据,例如雷达数据、激光雷达数据和图像数据。

[0047] 校准单元312被配置成识别占用网格的特征,针对该特征,测量由占用网格提供的表示的质量。校准单元312确定针对所识别的一个或更多个特征的质量级别,并进一步确定质量级别是否是满意的。例如,校准单元312将所识别对象在占用网格中的位置与从对象跟踪器240获得的对象位置进行比较。获得两个所测量位置之间的差异。如果质量级别不满意,例如如果差异大于或等于阈值,则校准单元312确定重新校准占用网格。校准单元312使用仿真数据,该仿真数据将差异对用于生成占用网格的各种参数的依赖性建模。校准单元312可以被配置成使用诸如梯度下降算法之类的优化算法来识别使得差异值最小化的参数值。校准单元312将参数调节为所识别的参数值,从而重新校准占用网格。

[0048] 存储器302包括工作存储器(例如,随机存取存储器)和存储代码3021的指令存储部,该代码3021定义了包括计算机可读指令的计算机程序,该计算机可读指令在由控制器301执行时,使控制器301执行本文所述的处理操作。指令存储部可以包括预装有计算机可读指令的ROM(例如,以电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)或闪存的形式)。或者,指令存储部可以包括RAM或类似类型的存储器,并且计算机可读指令可以从计算机程序产品(例如计算机可读存储介质,例如CD-ROM 320等)或承载计算机可读指令的计算机可读信号330输入。

[0049] 存储器302还存储由校准单元313用来确定用于生成占用网格的某些参数的校准量的仿真数据3022。

[0050] 图4A示出了示例性占用网格。占用网格包括单元格的格网格。单元格位置是使用占用栅格坐标系来定义的。该坐标系可以是右手坐标系,原点被附着在例如网格的角处。右下单元格的坐标可以指定为(0,0,0),各个相邻单元格的坐标在第一单元格的移动方向上加1。显然,占用网格中的任何其他单元格都可以指定为具有坐标(0,0,0)的原点。z轴在2D应用中定义,以正确定义旋转方向,但也可用于定义3D应用的3D网格中的单元格位置。可以在地球坐标系、载具坐标系或其他坐标系中定义占用网格。例如,可以在载具坐标系中生成占用网格,因此占用网格的坐标分别对应于载具坐标系中的固定坐标。各个单元格可以采用表示该位置是否被对象占用的占用值。例如,在图4A所示的示例中,较暗的单元格(如单元格40)表示该单元格被对象占用(并对应于传感器检测到对象的位置)。另一方面,白色单元格41指示该单元格没有被对象占用,并且可以被指定为空闲空间。图4A所示的白色单元格41可以被建模为载具10前方的可驾驶廊道。最后,灰色单元格42表示不知道该单元格的占用情况(例如,由于另一对象位于该单元格和传感器之间,因此没有信号到达该单元格对应的位置。各个单元格的占用值是根据获取单元310从装置20的各种传感器系统获取的检测结果来计算的。例如,基于距离、方位和检测不确定度,计算各个单元格的占用证据,该占用证据描述了各个单元格是检测原点的概率(即包含检测位置)。占用网格可以是贝叶斯占用网格,其中,单元格占用的概率是根据从对象和/或空闲空间检测获得的证据值计算的,虽然在不背离本发明的情况下可以使用任何类型的占用网格。例如,单元格的占用概率可



以由  $p(\text{occ}) = 0.5 + 0.5 \cdot p(c|d)$  给出,其中,  $p(c|d)$  是给定目标检测  $d$  的情况下单元格  $c$  的占用证据值。同样,空闲空间概率可以由  $p(\text{free}) = 0.5 + 0.5 \cdot p(c|f)$  给出,其中,  $p(c|f)$  是在给定空闲空间检测  $f$  的情况下单元格  $c$  的空闲空间证据值。在一些实施方式中,占用网格可以包括基于  $p(\text{occ})$  值和/或  $p(\text{free})$  值的各个单元格被占用的概率的网格。然后,可以基于对象和/或空闲空间检测结果,为各个单元格分配单元格被占用的概率值。例如,可以基于概率值 (0表示白/黑,1表示黑/白) 将占用网格渲染为灰度图像或类似物。如果各单元格的占用概率高于上限阈值,则可以将其分配为“占用”,而如果各单元格的占用概率低于下限阈值,则可以将其分配为“空闲”。占用网格可以相应地渲染为两种颜色。在一些实施方式中,各个网格单元格只能被分配为“空”或闲“占用”。在其他实施方式中,当上限阈值与下限阈值不同时,如果占用概率在上限阈值与下限阈值之间,则可以进一步将单元格分配为“未知”。应当理解,可以使用其他方法根据检测数据生成占用网格。例如,可以使用登普斯特-谢弗 (Dempster-Shafer) 框架生成占用网格。通过测量时间帧之间占用网格的占用值的变化,可以对在任何框架下生成的占用网格执行任何合适的运动检测算法。

[0051] 此外,可以确定置信值作为相应占用或空闲空间概率值的权重。例如,对于各个传感器或对于特定组中各检测结果,存在概率参数可定义为从传感器或检测结果获得的证据的置信级别。置信级别然后可以被用作在获取单元310内确定占用和空闲空间证据值的权重。因此,可以遵守国际标准化组织 (ISO) 对汽车标准的要求,以确保各个传感器检测都具有表示测量结果可靠性的存在概率参数。

[0052] 在本发明的实施方式中,获取单元310首先基于传感器参数来计算针对网格单元格的检测结果或可用空间证据。其次,该值乘以传感器和/或检测置信度。输出用作如上所述  $p(c|d)$  值。

[0053] 占用网格提供特定时间点的占用和/或可用空间信息。通过结合衰减率来考虑对象随时间的行为。衰减率的工作原理是随着时间的推移,人为地减小整个网格中的证据值 (如占用或空闲空间概率值)。传感器和空闲空间建模的关键限制是许多物理依赖性的简化,例如,各种占用网格算法假定数据完成和单元格独立。在集成多个证据的过程中,忽略了隐藏的依赖性。因此,结果往往变得过于自信。为了解决这个问题,可以采用指数信息衰减。这增加了栅格单元格的不确定度,同时保留了地图的总体方差。指数衰减可以被描述为:

$$[0054] \quad p(t + \Delta t) = (p(t) - 0.5) \cdot e^{-\frac{\Delta t}{\lambda}} + 0.5$$

[0055] 其中,  $p(t)$  是在时间  $t$  处单元格的概率;  $\Delta t$  是两次衰减操作之间经过的时间;并且  $\lambda$  是衰减平均寿命。

[0056] 衰减行为依赖于占用网格的更新率。衰减趋向于最不确定的概率值,对于贝叶斯推理方法而言,其为0.5。

[0057] 图4B示出了沿道路行驶的载具10。可以通过占用网格对载具环境进行建模。载具45可由一个或更多个摄像头、雷达和/或激光雷达系统检测,并作为对象检测结果包含在占用网格中。在载具10前方至载具45的空间可以由占用网格指定为空闲空间,并且被标记为可驾驶廊道。对象跟踪器240还被配置成检测和跟踪载具45。可以将由占用网格确定的载具45相对于载具10的位置与由对象跟踪器240确定的载具45相对于载具10的位置进行比较。

如果载具45的两个确定位置之间的差异高于阈值,则确定应在占用网格上执行重新校准。

[0058] 图5例示了校准空间。误差,即根据对象跟踪器的对象位置与根据占用网格测量结果的对象位置之间的差异,被绘制为参数 $x$ 和 $y$ 的函数,其中, $x$ 是占用概率的置信分数, $y$ 是空闲空间质量的置信分数。用于创建该图的数据是从大量仿真中获得的。由此获得的仿真数据可由占用网格确定器200存储。可以看出,通过将参数 $x$ 和 $y$ 调节为特定值,可以将误差降至最低。校准单元312可以使用优化算法来确定最小化误差所需的参数 $x$ 和 $y$ 的值。

[0059] 根据本发明的另一实施方式,可以将由占用网格确定的对象检测与从HD地图模块250获得的信息进行比较。将识别为与对象检测结果相对应的占用网格特征的位置与高分辨率地图数据进行比较。在以下示例中,占用栅格提供了交通标志的表示。HD地图模块250提供关于交通标志位置的信息。图6给出了交通标志的初始网格表示的示例。在初始对象提取之后,使用例如如图7所示的最大似然近似来提取高斯表示。

[0060] 交通标志的占用网格表示应尽可能小(在理想情况下,交通标志应仅占用单个网格单元格),并且优选地交通标志表示应为圆形。因此,为了测量占用网格中标志表示的质量级别,可以使用高斯椭圆区域及其圆度。

[0061] 校准更新步骤再次是使用仿真和实验评估定义的各种调谐规则的结果。例如,图8给出了载具前方交通标志的两个调谐规则。图8的顶行例示了增加空闲空间置信度的影响。表示所检测到的对象的占用栅格的面积随着空闲空间置信度的增大而减小。因此,在这种情况下,增加空闲空间置信级别可以提高占用网格中特征表示的分辨率。

[0062] 图8的底行例示明了通过改变衰减平均寿命( $\lambda$ )值来改变占用网格衰减率的影响。衰减平均寿命与衰减率成反比。因此,随着衰减平均寿命的减小,衰减率也随之增大。缩短衰减平均寿命,从而增大占用栅格的衰减率,会导致占用栅格表示的特征(如交通标志)的面积减小。因此,在这种情况下,增大占用网格的衰减率(通过缩短衰减平均寿命)可以提高占用网格中特征表示的分辨率。

[0063] 可以改变的其他参数包括传感器型号和检测不确定度值。例如,交通标志在占用网格上的表示可以依赖于使用的是一维距离、一维方位角还是二维高斯建模技术而有所不同。

[0064] 因此,当确定占用网格中的标志表示不满足质量标准时,例如,如果交通标志等对象的表示占用了占用网格的网格单元格过多,则可使用优化算法改变空闲空间置信级别、衰减平均寿命、传感器模型类型和/或检测不确定度值,来改进占用网格中的交通标志的表示。

[0065] 图9是示出在本发明实施方式中执行的操作的流程图。

[0066] 在步骤9.1中,识别占用网格的特征。占用网格可以被视为提供特征的主表示。

[0067] 在步骤9.2,确定特征的主表示的质量级别。可以通过将从占用网格获得的表示与提供所识别特征的次表示的基准信息进行比较来确定质量级别。基准信息独立于占用网格获得,并且可以从辅助来源获得,例如对象跟踪器或高分辨率地图数据。可以将所识别特征的次表示与占用网格中特征的主表示进行比较,以确定次表示与主表示之间的差异。

[0068] 在步骤9.3中,确定质量级别是否满足质量标准。如果满足质量标准,则处理在步骤9.4结束。确定质量级别是否满足质量标准可以包括确定差异是否满足容差阈值。

[0069] 如果不满足质量标准,则对占用网格的校准进行调节。调节占用网格的校准可以

涉及调节用于生成占用网格的至少一个参数,以使质量级别满足质量标准。例如,可以改变空闲空间置信级别、衰减平均寿命、传感器模型类型和/或检测不确定度值,以改进特征的代表。

[0070] 凭借本文所述示例性方面的前述能力(其植根于计算机技术),本文所述示例性方面改进了计算机和计算机处理/功能,并且还改进了至少自动驾驶的领域。在前述描述中,参照多个实施方式描述了各个方面。因此,该说明应被视为说明性的,而不是限制性的。类似地,仅出于示例目的呈现了附图中所示的图,其突出了实施方式的功能性和优点。实施方式的架构是足够灵活和可配置的,使得可以以附图中所示以外的方式使用。在示例实施方式中,本文所示的软件实施方式可以作为计算机程序或软件提供,例如具有指令或指令序列的一个或多个程序,包括或存储在制品中,例如机器可访问或机器可读介质、指令存储或计算机可读存储装置,其中每个都可以是非暂时的。非暂时性机器可访问介质、机器可读介质、指令存储部或计算机可读存储装置上的程序或指令可用于对计算机系统或其他电子装置进行编程。机器或计算机可读介质、指令存储部和存储装置可以包括但不限于软盘、光盘和磁光盘或其他类型的适于存储或传输电子指令的介质/机器可读介质/指令存储部/存储装置。本文描述的技术不限于任何特定的软件配置。它们可能适用于任何计算或处理环境。此处使用的术语“计算机可读”、“机器可访问介质”、“机器可读介质”、“指令存储部”和“计算机可读存储装置”应包括能够存储、编码或传输指令或指令序列以供机器、计算机执行的任何介质,或计算机处理器,并使机器/计算机/计算机处理器执行本文所述的任何一种方法。此外,在本领域中,通常以一种或另一种形式(例如,程序、过程、处理、应用、模块、单元、逻辑等)将软件称为采取行动或导致结果。这些表达式仅仅是一种简写方式,说明处理系统执行软件会导致处理器执行操作以产生结果。一些实施方式还可以通过制备特定于应用的集成电路、现场可编程门阵列或通过互连常规组件电路的适当网络来实现。

[0071] 一些实施方式包括计算机程序产品。计算机程序产品可以是存储介质或介质、指令存储部或存储装置,其上或其中存储有可用于控制或使计算机或计算机处理器执行本文所述示例实施方式的任何过程的指令。存储介质/指令存储/存储装置可以包括但不限于光盘、ROM、RAM、EPROM、EEPROM、DRAM、VRAM、闪存、闪存卡、磁卡、光卡、纳米系统、分子存储器集成电路、RAID、远程数据存储/存档/仓储,和/或适合存储指令和/或数据的任何其他类型的装置。

[0072] 存储在计算机可读介质、指令存储部或存储装置中的任一个上,一些实现包括用于控制系统硬件和使系统或微处理器能够利用本文所述实施方式的结果与人类用户或其他机制交互的软件。此类软件可以包括但不限于装置驱动程序、操作系统和用户应用程序。最终,如上文所述,此类计算机可读介质或存储装置还包括用于执行示例方面的软件。在系统的编程和/或软件中包括用于实现本文所述过程的软件模块。在本文的一些示例实施方式中,模块包括软件,尽管在本文的其他示例实施方式中,模块包括硬件或硬件和软件的组合。

[0073] 虽然上文已经描述了本发明的各种实施方式,但应当理解,它们是通过示例而不是限制来呈现的。对于相关领域的技术人员来说,显而易见的是,可以对其中的形式和细节进行各种更改。因此,本发明不应受到上述任何示例实施方式的限制,而应仅根据以下权利要求及其等效物进行定义。

[0074] 此外,摘要的目的是使专利局和公众,尤其是不熟悉专利或法律术语或措辞的本领域科学家、工程师和从业人员,能够通过粗略的检查快速确定申请技术披露的性质和本质。摘要无意以任何方式限制本文所示实施方式的范围。还应理解,权利要求中列举的任何程序不需要按照所呈现的顺序执行。

[0075] 虽然本说明书包含许多具体实施方式细节,但这些不应被解释为对可能要求保护的内容的限制,而应被解释为对本文所述特定实施方式的特征的描述。本说明书中在多个单独实施方式的上下文中描述的某些特征也可以在单个实施方式中组合实现。相反,在单个实施方式的上下文中描述的各种特征也可以分别在多个实施方式中实现或者在任何合适的子组合中来实现。此外,尽管上述特征可以被描述为在某些组合中起作用,甚至最初也是这样要求保护的,但在某些情况下,可以从所要求保护的组合中删除一个或更多个特征,并且所要求保护的组合可以指向子组合或子组合的变体。在某些情况下,多任务和并行处理可能是有利的。此外,上述实施方式中的各种组件的分离不应理解为在所有实施方式中都需要这样的分离,并且应该理解,所描述的程序组件和系统通常可以集成在单个软件产品中或打包到多个软件产品中。

[0076] 现在已经描述了一些示例性实施方式,很明显,前面的内容是示例性的而不是限制性的,已经通过示例的方式呈现。特别地,尽管本文所示的许多示例涉及装置或软件元件的特定组合,但这些元件可以以其他方式组合以实现相同的目标。仅结合一个实施方式讨论的动作、要素和特征不打算排除在其他实施方式或实施方式中的类似作用之外。

[0077] 在不脱离其特征的情况下,本文描述的装置可以以其他特定形式实现。上述实施方式是对所描述的系统和方法的说明性而非限制性的。因此,本文描述的装置的范围由所附权利要求而不是前述描述来指示,并且其中包含在权利要求的等效含义和范围内的更改。

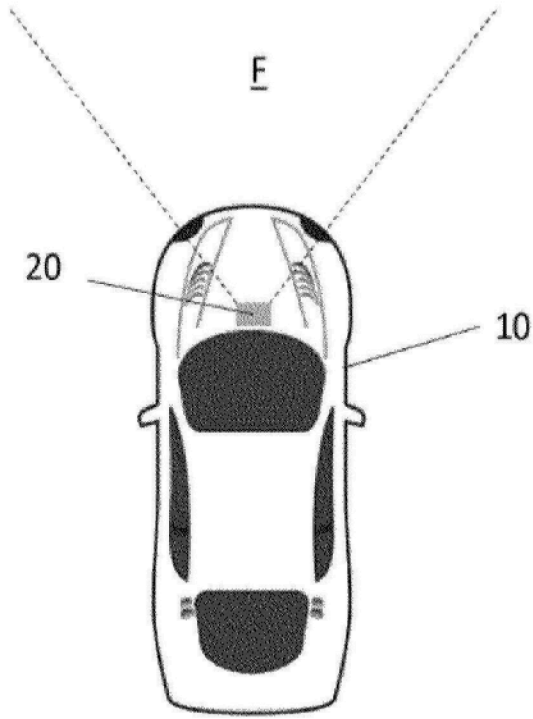


图1

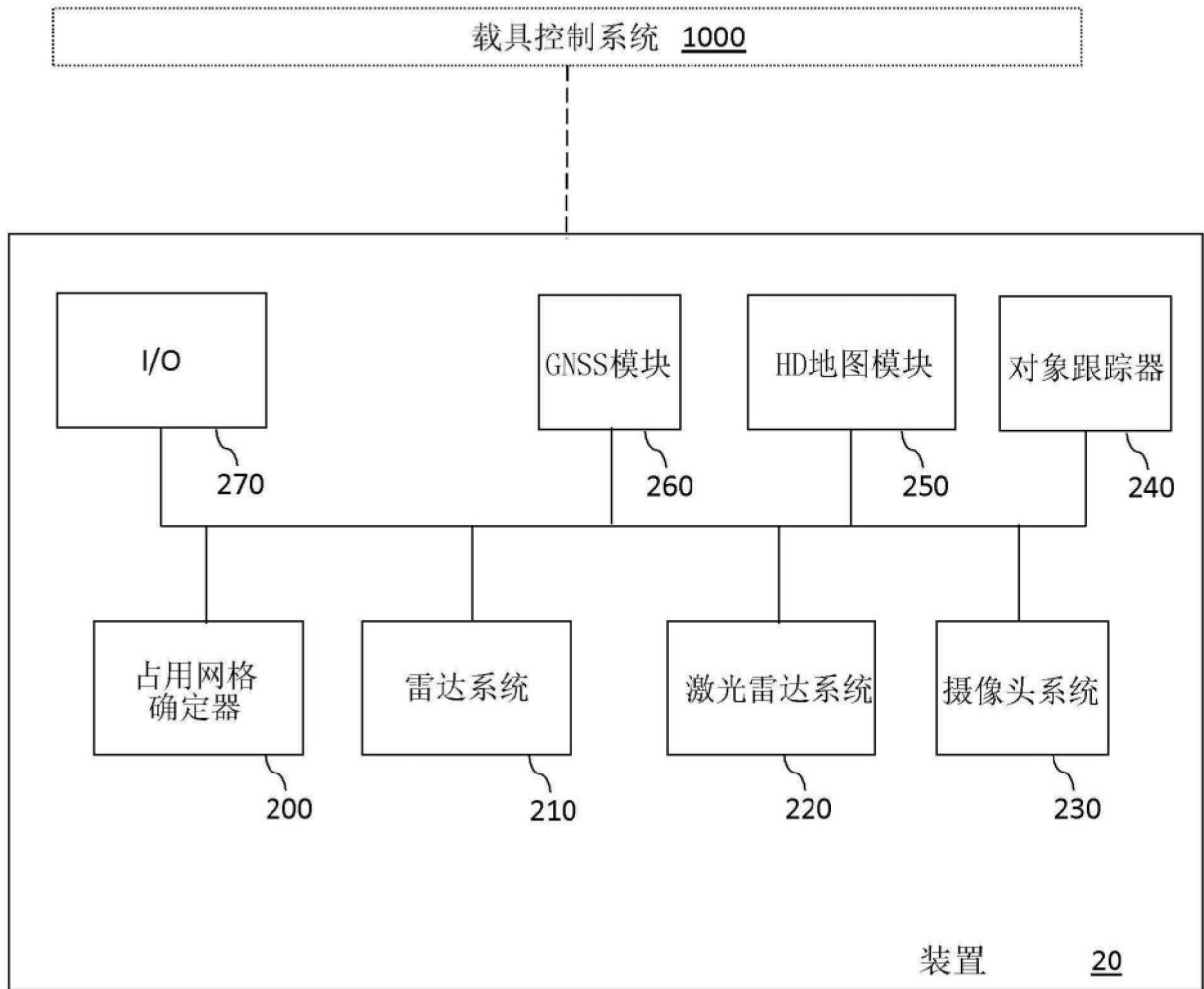


图2

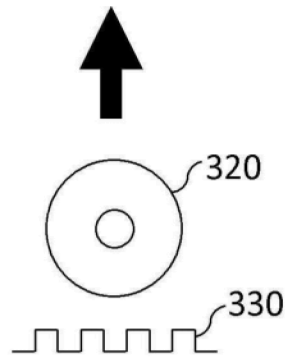
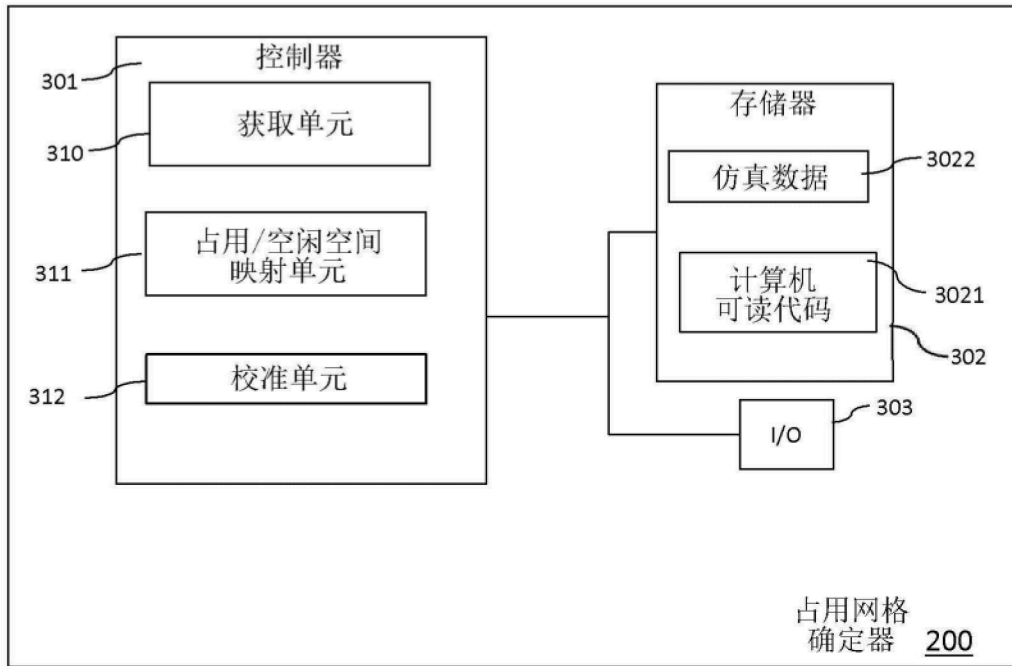


图3

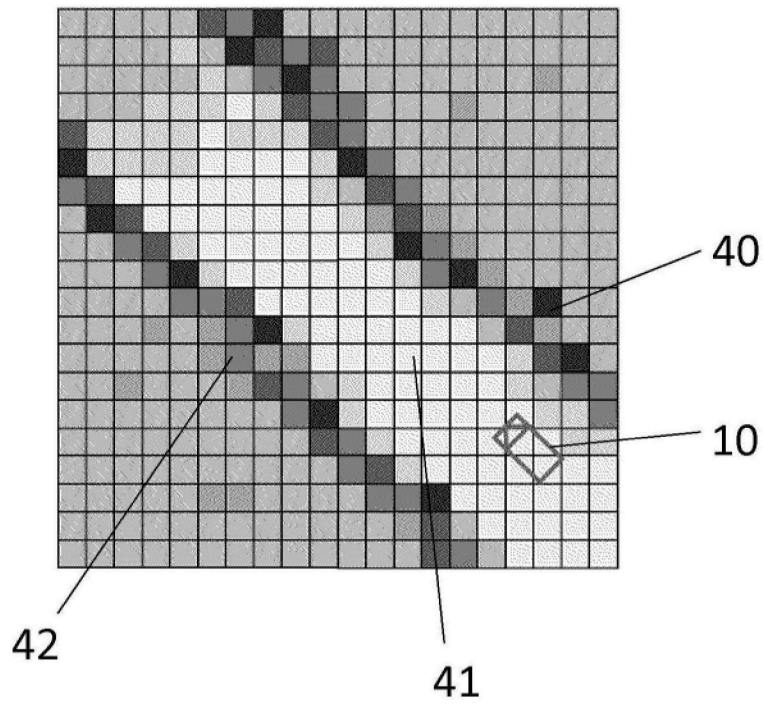


图4A

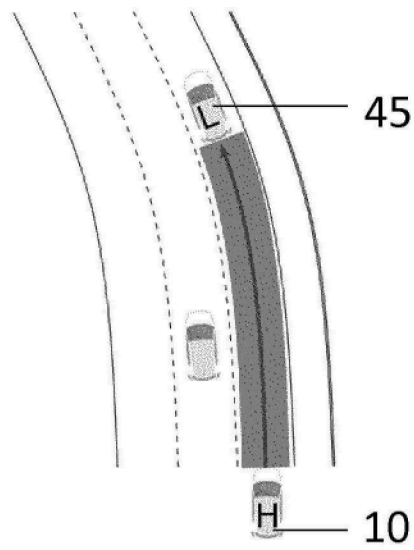


图4B



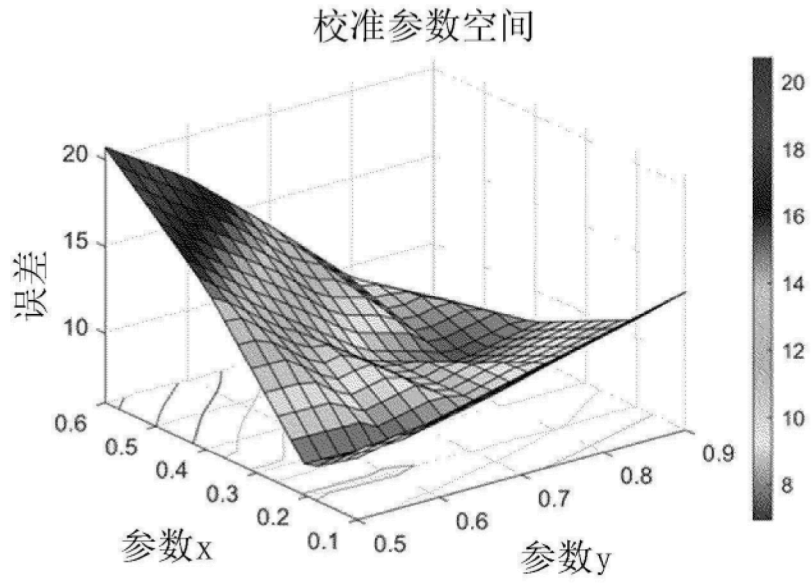


图5

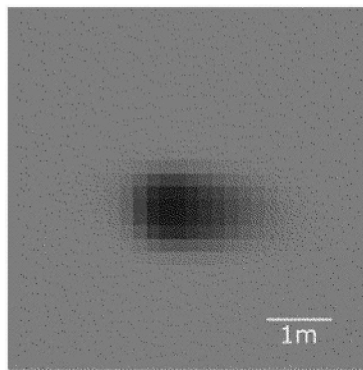


图6

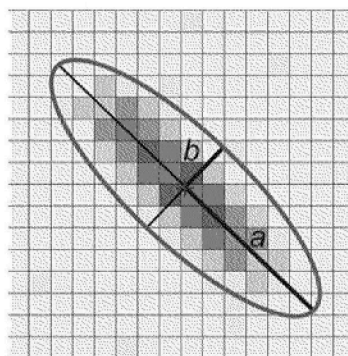


图7

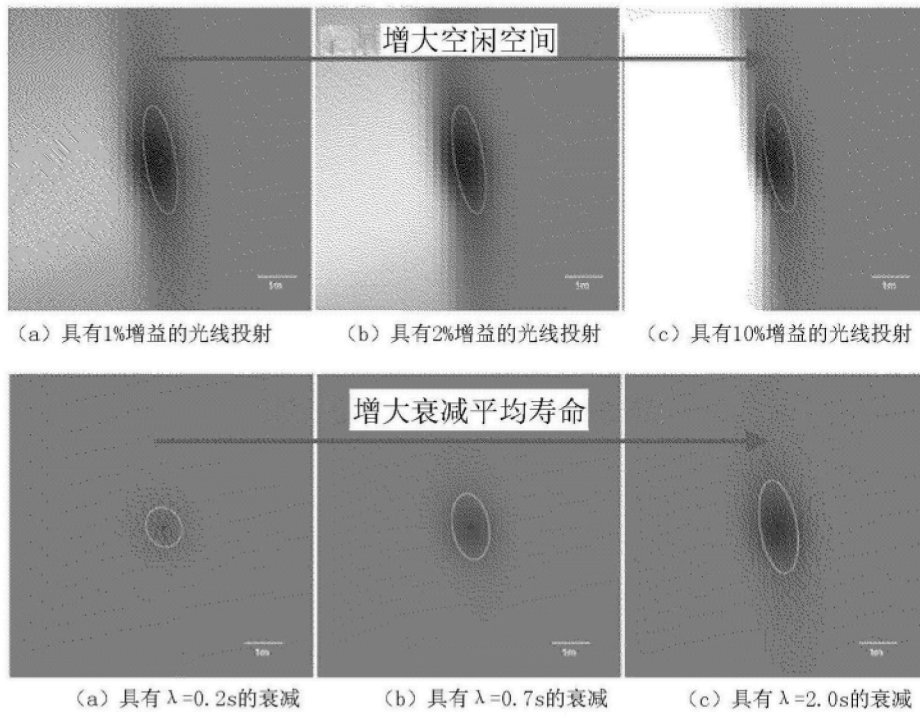


图8

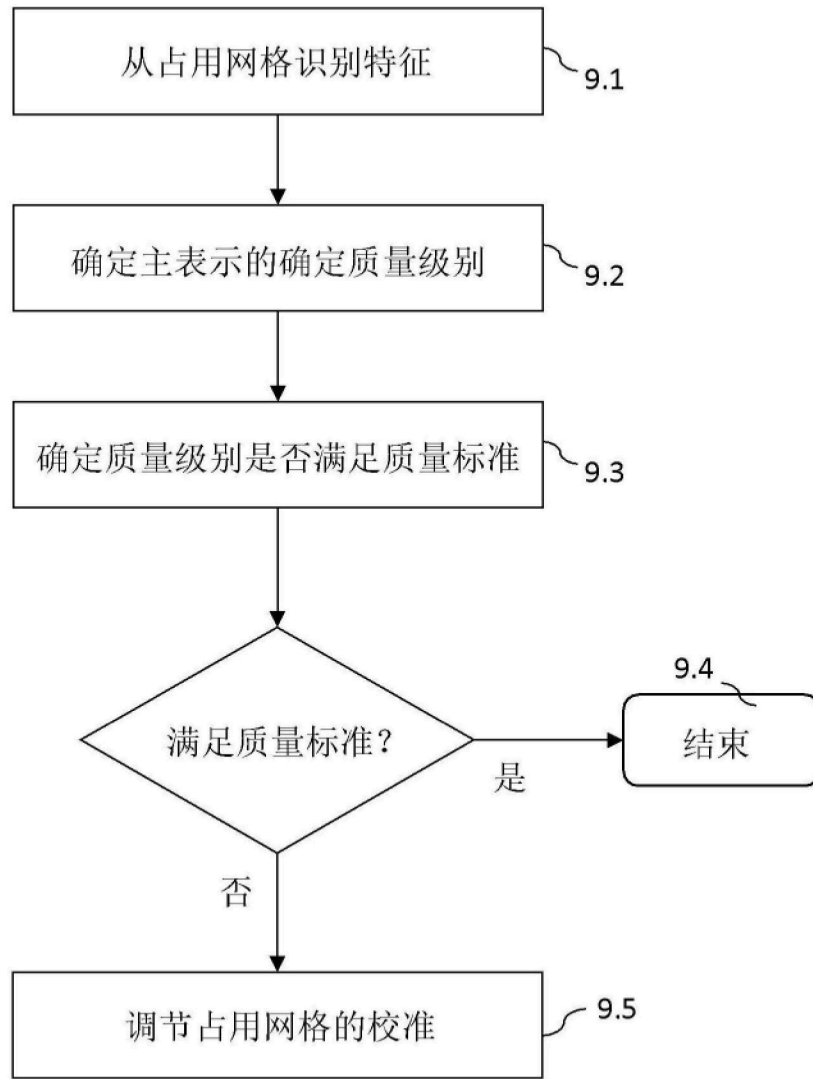


图9