(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116157828 A
(43)申请公布日 2023.05.23

(21)申请号 202180029020.X
(22)申请日 2021.07.07
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2022.10.17
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2021/025580 2021.07.07
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/281647 JA 2023.01.12
(71)申请人 株式会社斯巴鲁
地址 日本东京
(72)发明人 大久保淑实
(74)专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司 11286
专利代理师 周春燕 金玉兰
(51)Int.Cl.
G06T 7/00(2017.01)

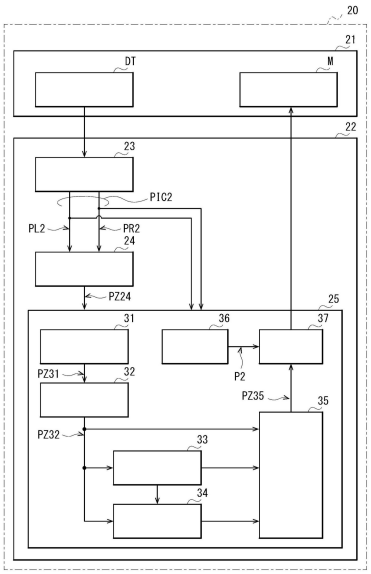
权利要求书1页 说明书13页 附图10页
按照条约第19条修改的权利要求书1页

(54)发明名称

机器学习装置

(57)摘要

本公开的一个实施方式的机器学习装置具备:路面检测处理部,其基于第一拍摄图像以及与第一拍摄图像对应的第一距离图像,检测第一拍摄图像中所包含的路面;距离值选择部,其基于路面检测处理部的处理结果,选择第一距离图像中所包含的多个距离值中的、成为处理对象的一个以上的距离值;以及学习处理部,其基于第一拍摄图像和一个以上的距离值进行机器学习处理,由此生成被输入第二拍摄图像并输出与第二拍摄图像对应的第二距离图像的学习模型。



CN 116157828 A

1.一种机器学习装置,其特征在于,具备:

路面检测处理部,其基于第一拍摄图像以及与所述第一拍摄图像对应的第一距离图像,检测所述第一拍摄图像中所包含的路面;

距离值选择部,其基于所述路面检测处理部的处理结果,选择所述第一距离图像中所包含的多个距离值中的、成为处理对象的一个以上的距离值;以及

学习处理部,其基于所述第一拍摄图像和所述一个以上的距离值进行机器学习处理,由此生成学习模型,所述学习模型被输入第二拍摄图像并输出与所述第二拍摄图像对应的第二距离图像。

2.根据权利要求1所述的机器学习装置,其特征在于,

所述距离值选择部选择所述第一距离图像中所包含的多个距离值中的、在所述路面检测处理部的检测处理中所采用的距离值作为所述一个以上的距离值。

3.根据权利要求2所述的机器学习装置,其特征在于,

所述一个以上的距离值包括到所述第一拍摄图像中所包含的所述路面为止的距离值。

4.根据权利要求1至权利要求3中任一项所述的机器学习装置,其特征在于,

所述机器学习装置还具备立体物检测处理部,所述立体物检测处理部检测位于比所述第一拍摄图像中所包含的所述路面更靠上的位置的立体物,

所述距离值选择部选择所述第一距离图像中所包含的多个距离值中的、在所述立体物检测处理部的检测处理中所采用的距离值作为所述一个以上的距离值。

5.根据权利要求4所述的机器学习装置,其特征在于,

所述一个以上的距离值包括到位于比所述第一拍摄图像中所包含的所述路面更靠上的位置的立体物为止的距离值。

6.根据权利要求1至5中任一项所述的机器学习装置,其特征在于,

所述学习处理部基于所述一个以上的距离值对所述第一拍摄图像的整个图像区域中的、与所述一个以上的距离对应的图像区域进行所述机器学习处理。

机器学习装置

技术领域

[0001] 本公开涉及一种基于拍摄图像和距离图像来进行学习处理的机器学习装置。

背景技术

[0002] 关于车辆而言,经常检测车外环境,并基于其检测结果进行车辆的控制。关于车外环境的识别而言,经常检测从车辆到周围的立体物的距离。在专利文献1中公开了基于拍摄图像和距离图像来进行神经网络的运算处理的技术。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2018-147286号公报

发明内容

[0006] 另外,存在基于拍摄图像而生成距离图像的学习模型。期望所生成的距离图像精度高,并期待精度的进一步提高。

[0007] 期望提供一种能够生成学习模型的机器学习装置,该学习模型能够生成高精度的距离图像。

[0008] 本公开的一个实施方式的机器学习装置具备路面检测处理部、距离值选择部、以及学习处理部。路面检测处理部构成为基于第一拍摄图像以及与第一拍摄图像对应的第一距离图像,检测第一拍摄图像中所包含的路面。距离值选择部构成为基于路面检测处理部的处理结果,选择第一距离图像中所包含的多个距离值中的、成为处理对象的一个以上的距离值。学习处理部构成为基于第一拍摄图像和一个以上的距离值进行机器学习处理,由此生成被输入第二拍摄图像并输出与第二拍摄图像对应的第二距离图像的学习模型。

[0009] 根据本公开的一个实施方式的机器学习装置,能够生成学习模型,该学习模型能够生成高精度的距离图像。

附图说明

[0010] 图1是示出使用本公开的一个实施方式的机器学习装置所生成的学习数据的车外环境识别系统的一个构成例的框图。

[0011] 图2是示出本公开的一个实施方式的机器学习装置的一个构成例的框图。

[0012] 图3是示出图2所示的路面检测处理部的一个动作例的说明图。

[0013] 图4是示出图2所示的路面检测处理部的一个动作例的另一说明图。

[0014] 图5是示出图2所示的路面检测处理部的一个动作例的另一说明图。

[0015] 图6是示出图2所示的学习模型所涉及的神经网络的一个构成例的说明图。

[0016] 图7是示出图2所示的机器学习装置的一个动作例的图像图。

[0017] 图8是示出图2所示的机器学习装置的一个动作例的另一图像图。

[0018] 图9是示出图2所示的机器学习装置的一个动作例的另一图像图。

[0019] 图10是示出图2所示的机器学习装置的一个动作例的另一图像图。

[0020] 图11是示出图1所示的车外环境识别系统中的拍摄图像的一例的图像图。

[0021] 图12是示出在图1所示的车外环境识别系统中生成的参考例的距离图像的一例的图像图。

[0022] 图13是示出在图1所示的车外环境识别系统中生成的距离图像的一例的图像图。

[0023] 图14是示出变形例的机器学习装置的一个构成例的框图。

[0024] 图15是示出另一变形例的机器学习装置的一个构成例的框图。

[0025] 图16是示出另一变形例的机器学习装置的一个构成例的框图。

[0026] 符号说明

[0027] 10:车外环境识别系统;11:立体相机;11L:左相机;11R:右相机;12:处理部;13、14:距离图像生成部;15:车外环境识别部;20、20B、40、60:机器学习装置;21、41、61:存储部;22、22B、42、62:处理部;23、63:图像数据获取部;24、64:距离图像生成部;25、25B、45、65:图像处理部;31、51、71:图像边缘检测部;32、52、72:分组处理部;33、53、73:路面检测处理部;34、54、74:立体物检测处理部;35、55、75:距离值选择部;36:图像选择部;37、37B、57、77:学习处理部;43:数据获取部;100:车辆;A1:压缩处理;A2:卷积处理;B1:上采样处理;B2:卷积处理;DT、DT3:图像数据;DT4:距离图像数据;M:学习模型;P2:拍摄图像;PIC、PIC1、PIC2:立体图像;PIC3:拍摄图像;PL1、PL2:左图像;PR1、PR2:右图像;PZ4、PZ13、PZ14、PZ24、PZ31、PZ32、PZ35:距离图像;RA:运算对象区域

具体实施方式

[0028] 以下,参照附图对本公开的实施方式详细地进行说明。

[0029] <实施方式>

[0030] [构成例]

[0031] 图1是示出使用由一个实施方式的机器学习装置(机器学习装置20)生成的学习模型来进行处理的车外环境识别系统10的一个构成例的图。车外环境识别系统10搭载于汽车等车辆100。车外环境识别系统10具备立体相机11和处理部12。

[0032] 立体相机11构成为通过拍摄车辆100的前方,从而生成彼此具有视差的一组图像(左图像PL1和右图像PR1)。立体相机11具有左相机11L和右相机11R。左相机11L和右相机11R分别包括镜头和图像传感器。在该例中,左相机11L和右相机11R在车辆100的车辆内,在车辆100的前玻璃的上部附近,在车辆100的宽度方向上分开预定距离而配置。左相机11L生成左图像PL1,右相机11R生成右图像PR1。左图像PL1和右图像PR1构成立体图像PIC1。立体相机11通过以预定的帧速率(例如,60[fps])进行拍摄动作来生成一系列的立体图像PIC1,并将所生成的立体图像PIC1提供给处理部12。

[0033] 处理部12由例如执行程序的一个或多个处理器、暂时地存储处理数据的一个或多个RAM(Random Access Memory:随机存取存储器)、存储程序的一个或多个ROM(Read Only Memory:只读存储器)等构成。处理部12具有距离图像生成部13、距离图像生成部14、以及车外环境识别部15。

[0034] 距离图像生成部13构成为基于左图像PL1和右图像PR1,进行包括立体匹配处理、滤波处理等的预定的图像处理,由此生成距离图像PZ13。具体而言,距离图像生成部13基于

左图像PL1和右图像PR1，确定包含彼此对应的两个图像点(左图像点和右图像点)的对应点。左图像点包含例如左图像PL1中的配置成例如4行4列的16个像素，右图像点包含例如右图像PR1中的配置成例如4行4列的16个像素。左图像PL1中的左图像点的横坐标值与右图像PR1中的右图像点的横坐标值之差与三维的实际空间中的距离值对应。距离图像生成部13基于所确定的多个对应点来生成距离图像PZ13。距离图像PZ13包含多个距离值。多个距离值中的每一个既可以是三维的实际空间中的实际距离值，也可以是左图像PL1中的左图像点的横坐标值与右图像PR1中的右图像点的横坐标值之差即视差值。

[0035] 在该例中，距离图像生成部14构成为基于作为左图像PL1和右图像PR1中的一方的拍摄图像，使用学习模型M生成距离图像PZ14。学习模型M是被输入拍摄图像并输出距离图像PZ14的神经网络的模型。该学习模型M预先由后述的机器学习装置20生成，并存储于车辆100的距离图像生成部14。距离图像PZ14与距离图像PZ13同样地包含多个距离值。

[0036] 车外环境识别部15构成为基于左图像PL1、右图像PR1以及距离图像PZ13、PZ14来识别车辆100的车外环境。在车辆100中，例如能够基于关于车外环境识别部15识别出的车外的立体物的信息，进行例如车辆100的行驶控制，或者将关于识别出的立体物的信息显示于控制台监视器。

[0037] 图2是示出生成学习模型M的机器学习装置20的一个构成例的图。机器学习装置20为例如服务器装置。机器学习装置20具备存储部21和处理部22。

[0038] 存储部21是HDD(Hard Disk Drive:硬盘驱动器)、SSD(Solid State Drive:固态驱动器)等非易失性的存储装置。存储部21存储有图像数据DT、以及学习模型M。

[0039] 图像数据DT是多个立体图像PIC2的图像数据。与图1所示的立体图像PIC1同样地，多个立体图像PIC2中的每一个由立体相机生成，并存储于该存储部21。与图1所示的立体图像PIC1同样地，多个立体图像PIC2中的每一个包括左图像PL2和右图像PR2。

[0040] 学习模型M是在车辆100的距离图像生成部14(图1)中所使用的模型。该学习模型M由处理部22生成，并存储于该存储部21。并且，存储于存储部21的学习模型M设定于车辆100的距离图像生成部14。

[0041] 处理部22由例如执行程序的一个或多个处理器、暂时地存储处理数据的一个或多个RAM等构成。处理部22具有图像数据获取部23、距离图像生成部24以及图像处理部25。

[0042] 图像数据获取部23构成为从存储部21获取多个立体图像PIC2，并将多个立体图像PIC2各自所包含的左图像PL2和右图像PR2依次提供给距离图像生成部24。

[0043] 与车辆100中的距离图像生成部13(图1)同样地，距离图像生成部24构成为基于左图像PL2和右图像PR2，进行包括立体匹配处理、滤波处理等的预定的图像处理，由此生成距离图像PZ24。

[0044] 图像处理部25构成为基于左图像PL2、右图像PR2以及距离图像PZ24，进行预定的图像处理，由此生成学习模型M。图像处理部25具有图像边缘检测部31、分组处理部32、路面检测处理部33、立体物检测处理部34、距离值选择部35、图像选择部36以及学习处理部37。

[0045] 图像边缘检测部31构成为检测左图像PL2中边缘强度强的图像部分，并且检测右图像PR2中边缘强度强的图像部分。并且，图像边缘检测部31确定距离图像PZ24中所包含的、基于所检测到的图像部分而得到的距离值。即，距离图像生成部24基于左图像PL2和右图像PR2进行立体匹配处理，因此，预期基于左图像PL2和右图像PR2中边缘强度强的图像部

分而得到的距离值的精度高。因此，图像边缘检测部31确定距离图像PZ24中所包含的多个距离值中的、预期这样的精度高的多个距离值。并且，图像边缘检测部31生成包含所确定的多个距离值的距离图像PZ31。

[0046] 分组处理部32构成为基于左图像PL2、右图像PR2以及距离图像PZ31，将三维空间中的彼此距离近的多个点分为一组，由此生成距离图像PZ32。即，在距离图像生成部24进行立体匹配处理时，根据图像，有时会由于误匹配(mismatch)而确定错误的对应点。例如，距离图像PZ31中的该误匹配所涉及的距离值可能与其周围的距离值偏离。分组处理部32通过进行分组处理，能够在一定程度去除那样的误匹配所涉及的距离值。

[0047] 路面检测处理部33构成为基于左图像PL2、右图像PR2以及距离图像PZ32来检测路面。

[0048] 图3～图5是示出路面检测处理部33的一个动作例的图。路面检测处理部33首先如图3所示，基于例如左图像PL2和右图像PR2的一方来设定运算对象区域RA。在该例中，运算对象区域RA是被划分车道的两条划分线90L、90R所夹的区域。然后，如图3所示，路面检测处理部33在距离图像PZ32中依次选择水平线HL，并基于运算对象区域RA在各水平线HL上的区域内的距离值，来生成关于距离的直方图。图4所示的直方图H_j是从下方起第j条水平线HL_j所涉及的直方图。横轴表示车辆的车长方向上的坐标z的值，纵轴表示频率。在该例中，在坐标值z_j处，频率最高。路面检测处理部33求出该频率最高的坐标值z_j作为第j条水平线HL_j上的代表距离。路面检测处理部33以这种方式得到多条水平线HL上的代表距离。然后，路面检测处理部33如图5所示，在z-j平面将这些代表距离绘制为距离点D。在该例中，在z-j平面绘制有包含表示第0条水平线HL_0的代表距离的距离点$D_0(z_0,0)$、表示第一条水平线HL_1的代表距离的距离点$D_1(z_1,1)$、表示第二条水平线HL_2的代表距离的距离点$D_2(z_2,2)$的多个距离点D。在该例中，这些距离点D配置在大致一条直线上。路面检测处理部33基于例如这些距离点D进行拟合处理，由此得到表示路面的函数。如此，路面检测处理部33对路面进行检测。

[0049] 此外，路面检测处理部33将关于距离图像PZ32中所包含的多个距离值中的、在该路面检测处理中所采用的多个距离值的信息提供给距离值选择部35。即，路面检测处理部33如上所述，基于多条水平线HL各自的代表距离来对路面进行检测。因此，在多条水平线HL中的每一条中，构成代表距离的多个距离值在路面检测处理中被采用，且不构成代表距离的多个距离值在路面检测处理中不被采用。路面检测处理部33将关于在该路面检测处理中所采用的多个距离值的信息提供给距离值选择部35。

[0050] 立体物检测处理部34构成为基于左图像PL2、右图像PR2以及距离图像PZ32来检测立体物。立物体检测处理部34在比通过路面检测处理部33得到的路面更靠上的位置，将三维空间中的彼此距离近的多个点分为一组，由此检测立物体。具体而言，立体物检测处理部34能够通过将三维空间中的距离为例如0.1m以内的多个点分为一组，从而检测立体物。

[0051] 此外，立体物检测处理部34将关于距离图像PZ32中所包含的多个距离值中的、在该立体物检测处理中所采用的多个距离值的信息提供给距离值选择部35。如上所述，立体物检测处理部34通过在比路面更靠上的位置处将三维空间中的彼此距离近的多个点分为一组，从而检测立体物。因此，立体物附近的期望的距离值在立体物检测处理中被采用，例如，如后所述，立体物附近的误匹配所涉及的距离值、路面湿润的情况下的与镜面反射相关的距离值在立体物检测处理中不被采用。立体物检测处理部34将关于在该立体物检测处理

中所采用的多个距离值的信息提供给距离值选择部35。

[0052] 距离值选择部35构成为选择从分组处理部32提供的距离图像PZ32中所包含的多个距离值中的、向学习处理部37提供的多个距离值。距离值选择部35例如能够选择距离图像PZ32中所包含的多个距离值中的、在路面检测处理中所使用的多个距离值作为向学习处理部37提供的多个距离值。此外，距离值选择部35例如能够选择距离图像PZ32中所包含的多个距离值中的、在立体物检测处理中所使用的多个距离值作为向学习处理部37提供的多个距离值。此外，距离值选择部35例如能够选择距离图像PZ32中所包含的多个距离值中的、在立体物检测处理和路面检测处理中所使用的多个距离值作为向学习处理部37提供的多个距离值。而且，距离值选择部35将包含所选择的多个距离值的距离图像PZ35提供给学习处理部37。

[0053] 图像选择部36构成为将作为左图像PL2和右图像PR2中的一方的拍摄图像P2提供给学习处理部37。图像选择部36能够选择例如左图像PL2和右图像PR2中的清晰的图像作为拍摄图像P2。

[0054] 学习处理部37构成为基于拍摄图像P2和距离图像PZ35，使用神经网络而进行机器学习处理，由此生成学习模型M。在学习处理部37，被提供拍摄图像P2，并且被提供距离图像PZ35作为预期值。学习处理部37基于这些图像进行机器学习处理，由此生成被输入拍摄图像并输出距离图像的学习模型M。

[0055] 图6是示出神经网络的一个构成例的图。在该例中，从图6的左侧输入拍摄图像，从图6的右侧输出距离图像。在该神经网络中，例如，基于拍摄图像进行压缩处理A1，基于压缩后的数据进行卷积处理A2。在神经网络中，多次重复该压缩处理A1和卷积处理A2。并且，此后，基于所生成的数据进行上采样处理B1，基于进行了上采样处理B1而得的数据进行卷积处理B2。在神经网络中，多次重复该上采样处理B1和卷积处理B2。在卷积处理A2、B2中，使用预定的大小(例如3像素×3像素)的滤波器。

[0056] 学习处理部37向神经网络输入拍摄图像P2，并分别计算所输出的距离图像中的多个距离值与作为预期值的距离图像PZ35中的多个距离值之间的差值。然后，学习处理部37调整例如在卷积处理A2、B2中使用的滤波器的值，以使得这些差值变得足够小。学习处理部37以这种方式进行机器学习处理。

[0057] 学习处理部37例如能够针对每个图像区域设定是否进行学习处理。具体而言，学习处理部37能够对从距离值选择部35提供有距离值的图像区域进行机器学习处理，并且能够不对未从距离值选择部35提供距离值的图像区域进行机器学习处理。例如，学习处理部37能够通过将未从距离值选择部35提供距离值的图像区域中的距离值之间的差值强制地设为“0”，从而使得对该图像区域不进行机器学习处理。

[0058] 例如，在图6所示的神经网络中，在层数更多的情况下，能够成为具有全局视野的学习模型。通过对这样的神经网络输入模糊的拍摄图像来进行机器学习处理，从而例如基于纹理少的拍摄图像，能够生成能够得到更多的距离值的学习模型M。

[0059] 在此，路面检测处理部33与本公开中的“路面检测处理部”的一个具体例对应。立体物检测处理部34与本公开中的“立体物检测处理部”的一个具体例对应。距离值选择部35与本公开中的“距离值选择部”的一个具体例对应。学习处理部37与本公开中的“学习处理部”的一个具体例对应。立体图像PIC2与本公开中的“第一拍摄图像”的一个具体例对应。距

离图像PZ35与本公开中的“第一距离图像”的一个具体例对应。

[0060] [动作和作用]

[0061] 接下来,对本实施方式的机器学习装置20和车外环境识别系统10的动作和作用进行说明。

[0062] (整体动作概要)

[0063] 首先,参照图2对机器学习装置20的动作进行说明。机器学习装置20将包含由例如立体相机生成的多个立体图像PIC2的图像数据DT存储于存储部21。处理部22的图像数据获取部23从存储部21获取多个立体图像PIC2,并将多个立体图像PIC2各自所包含的左图像PL2和右图像PR2依次提供给距离图像生成部24。距离图像生成部24基于左图像PL2和右图像PR2,进行包含立体匹配处理、滤波处理等的预定的图像处理,由此生成距离图像PZ24。图像处理部25的图像边缘检测部31检测左图像PL2中边缘强度强的图像部分,并且检测右图像PR2中边缘强度强的图像部分。然后,图像边缘检测部31确定距离图像PZ24中所包含的、基于所检测到的图像部分而得到的距离值,并生成包含所确定的多个距离值的距离图像PZ31。分组处理部32基于左图像PL2、右图像PR2以及距离图像PZ31,将三维空间中的彼此距离近的点分为一组,由此生成距离图像PZ32。路面检测处理部33基于左图像PL2、右图像PR2以及距离图像PZ32来检测路面。此外,路面检测处理部33将关于距离图像PZ32中所包含的多个距离值中的、在该路面检测处理中所采用的多个距离值的信息提供给距离值选择部35。立体物检测处理部34基于左图像PL2、右图像PR2以及距离图像PZ32来检测立体物。此外,立体物检测处理部34将关于距离图像PZ32中所包含的多个距离值中的、在该立体物检测处理中所采用的多个距离值的信息提供给距离值选择部35。距离值选择部35选择从分组处理部32提供的距离图像PZ32中所包含的多个距离值中的、向学习处理部37提供的多个距离值。图像选择部36将作为左图像PL2和右图像PR2中的一方的拍摄图像P2提供给学习处理部37。学习处理部37基于拍摄图像P2和距离图像PZ35,使用神经网络进行机器学习处理,由此生成学习模型M。然后,处理部22将该学习模型M存储于存储部21。然后,如此生成的学习模型M设定于车外环境识别系统10的距离图像生成部14。

[0064] 接下来,参照图1对车外环境识别系统10的动作进行说明。立体相机11通过拍摄车辆100的前方,从而生成彼此具有视差的左图像PL1和右图像PR1。处理部12的距离图像生成部13基于左图像PL1和右图像PR1进行包括立体匹配处理、滤波处理等的预定的图像处理,由此生成距离图像PZ13。距离图像生成部14基于在该例中作为左图像PL1和右图像PR1中的一方的拍摄图像,使用机器学习装置20所生成的学习模型M,生成距离图像PZ14。车外环境识别部15基于左图像PL1、右图像PR1以及距离图像PZ13、PZ14来识别车辆100的车外环境。

[0065] (详细动作)

[0066] 接下来,对机器学习装置20中的图像处理部25(图2)的动作详细地进行说明。

[0067] 首先,图像边缘检测部31检测左图像PL2中边缘强度强的图像部分,并且检测右图像PR2中边缘强度强的图像部分。然后,图像边缘检测部31确定距离图像PZ24中所包含的、基于所检测到的图像部分而得到的距离值。即,距离图像生成部24基于左图像PL2和右图像PR2进行立体匹配处理,因此,预期基于左图像PL2和右图像PR2中边缘强度强的图像部分而得到的距离值的精度高。因此,图像边缘检测部31确定距离图像PZ24中所包含的多个距离值中的、预期这样的精度高的多个距离值。然后,图像边缘检测部31生成包含所确定的多个

距离值的距离图像PZ31。

[0068] 图7是示出距离图像PZ31的一例的图。在该图7中，阴影表示具有距离值的部分。阴影的浓淡表示距离值的密度。即，在浅阴影的部分，所得到的距离值的密度低，在深阴影的部分，所得到的距离值的密度高。例如，在路面上，纹理少，在立体匹配中难以检测出对应点，因此距离值的密度低。另一方面，例如，关于路面上的划分线、车辆等立体物，在立体匹配中容易检测出对应点，因此距离值的密度高。

[0069] 接下来，分组处理部32基于左图像PL2、右图像PR2以及距离图像PZ31，将三维空间中的彼此距离近的多个点分为一组，由此生成距离图像PZ32。

[0070] 图8是示出距离图像PZ32的一例的图。在该距离图像PZ32中，与图7所示的距离图像PZ31相比，在例如所得到的距离值的密度低的部分，去除了距离值。在距离图像生成部24进行立体匹配处理时，根据图像，有可能会由于误匹配而确定错误的对应点。例如，在像路面那样纹理少的部分中，对应点少，并且这样的误匹配所涉及的对应点也多。误匹配所涉及的距离值可能与其周围的距离值背离。分组处理部32通过进行分组处理，能够在一定程度去除那样的误匹配所涉及的距离值。

[0071] 在该图8中，例如路面因雨而湿润，产生由路面所引起的镜面反射。部分W1表示被路面反射的前行车辆9的尾灯的像。该部分W1中的距离值能够与从本车辆到前行车辆9的距离对应。然而，该像本身产生于路面。在距离图像PZ32中，可能包含这样的虚像。

[0072] 接下来，路面检测处理部33基于左图像PL2、右图像PR2以及距离图像PZ32来检测路面。此外，路面检测处理部33将关于距离图像PZ32中所包含的多个距离值中的、在该路面检测处理中所采用的多个距离值的信息提供给距离值选择部35。

[0073] 图9是示出表示距离图像PZ32中所包含的多个距离值中的、在该路面检测处理中所采用的多个距离值的距离图像的图。如该图9所示，在路面检测处理中所采用的多个距离值分别位于与路面对应的部分。即，这些多个距离值分别表示从本车辆到路面的距离。

[0074] 在该距离图像中，如部分W2所示，由镜面反射的虚像所引起的距离值被去除。即，如上所述，图8的部分W1处的距离值可与从本车辆到前行车辆9的距离对应。然而，在路面检测处理中的、与多条水平线HL中的每一条相关的直方图中，该距离值的频率低，因此，该距离值难以成为代表距离。其结果为，该距离值在路面检测处理中不被采用，因此在图9所示的距离图像中被去除。

[0075] 如此，与图8所示的距离图像PZ32相比，在示出在路面检测处理中所采用的多个距离值的距离图像(图9)中，距离值的噪声降低。

[0076] 接下来，立体物检测处理部34基于左图像PL2、右图像PR2以及距离图像PZ32来检测立体物。此外，立体物检测处理部34将关于距离图像PZ32中所包含的多个距离值中的、在该立体物检测处理中所采用的多个距离值的信息提供给距离值选择部35。

[0077] 图10是示出表示距离图像PZ32中所包含的多个距离值中的、在该立体物检测处理中所采用的多个距离值的距离图像的图。如该图10所示，在立体物检测处理中所采用的多个距离值分别位于与这些立体物对应的部分。即，这些多个距离值分别表示从本车辆起算到位于比路面更靠上的位置的立体物为止的距离。

[0078] 立体物检测处理部34通过在比路面更靠上的位置处将三维空间中的彼此距离近的多个点分为一组，从而检测立体物。立体物附近的误匹配所涉及的距离值可能与其周围

的距离值背离。因此，立体物检测处理部34能够去除车辆的侧面和/或壁等处的误匹配所涉及的距离值。

[0079] 在该距离图像中，如部分W3所示，由镜面反射的虚像所引起的距离值被去除。即，如上所述，图8的部分W1处的距离值可与从本车辆到前行车辆9的距离对应。然而，该像本身产生于路面。因此，基于该像而得到的三维空间中的位置是在路面之下。立体物检测处理部34基于比路面更靠上的图像来检测立体物。其结果为，该距离值在立体物检测处理中不被采用，因此在图10所示的距离图像中被去除。

[0080] 如此，与图8所示的距离图像PZ32相比，在示出在立体物检测处理中所采用的多个距离值的距离图像(图10)中，距离值的噪声降低。

[0081] 距离值选择部35选择从分组处理部32提供的距离图像PZ32中所包含的多个距离值中的、向学习处理部37提供的多个距离值。距离值选择部35能够选择例如距离图像PZ32中所包含的多个距离值中的、在路面检测处理中所使用的多个距离值作为向学习处理部37提供的多个距离值。此外，距离值选择部35能够选择例如距离图像PZ32中所包含的多个距离值中的、在立体物检测处理中所使用的多个距离值作为向学习处理部37提供的多个距离值。此外，距离值选择部35能够选择例如距离图像PZ32中所包含的多个距离值中的、在立体物检测处理和路面检测处理中所使用的多个距离值作为向学习处理部37提供的多个距离值。而且，距离值选择部35将包含所选择的多个距离值的距离图像PZ35提供给学习处理部37。如此，向学习处理部37提供降低了距离值的噪声的距离图像PZ35。

[0082] 图像选择部36将作为左图像PL2和右图像PR2的一方的拍摄图像P2提供给学习处理部37。然后，学习处理部37基于拍摄图像P2和距离图像PZ35，使用神经网络进行机器学习处理，由此生成学习模型M。在学习处理部37，被提供拍摄图像P2，并且被提供距离图像PZ35作为预期值。由于向学习处理部37提供降低了距离值的噪声的距离图像PZ35，因此能够生成精度良好的学习模型M。

[0083] 接下来，对车外环境识别系统10的距离图像生成部14使用如此生成的学习模型M而生成的距离图像PZ14进行说明。

[0084] 图11是示出车外环境识别系统10中的立体相机11所生成的拍摄图像的一例的图。在该图11中，例如路面因雨而湿润，产生由路面所引起的镜面反射。部分W4表示被路面反射的电线杆的像。

[0085] 图12、13是示出距离图像生成部14基于图11所示的拍摄图像使用学习模型M而生成的距离图像PZ14的一例的图。图12示出在机器学习装置20中基于距离图像PZ32中所包含的多个距离值的全部而生成学习模型M的情况。图13示出在机器学习装置20中基于距离图像PZ32中所包含的多个距离值中的、在立体物检测处理和路面检测处理中所使用的多个距离值而生成学习模型M的情况。在图12、13中，阴影的浓淡表示距离值。浅阴影表示距离值小，深阴影表示距离值大。

[0086] 在图12的例子中，如部分W5所示，由于镜面反射所引起的虚像的影响，距离值产生错乱。虽然到映现电线杆的路面为止的距离近，但是实际的到电线杆为止的距离却远，因此如图12所示那样，部分W5处的距离值大。如此，距离图像生成部14基于所输入的拍摄图像，直接输出距离值。

[0087] 在该图12的例子中，在机器学习装置20中，基于距离图像PZ32中所包含的多个距

离值的全部而生成学习模型M。即，学习模型M使用例如包含镜面反射的图像部分的拍摄图像、以及包含由镜面反射所引起的错误的距离值的距离图像(例如图8)来进行学习。因此，如图11所示，在所输入的拍摄图像如部分W4那样包含镜面反射的图像部分的情况下，如图12所示，距离图像生成部14输出与该图像部分相应的距离值。

[0088] 另一方面，在图13的例子中，未产生见于图12那样的距离值的错乱。在该图13的例子中，在机器学习装置20中，基于距离图像PZ32中所包含的多个距离值中的、在立体物检测处理和路面检测处理中所使用的多个距离值来生成学习模型M。即，学习模型M使用例如包含镜面反射的图像、以及不包含由镜面反射所引起的错误的距离值的距离图像(例如图9、10)来进行学习。即，在机器学习处理中不使用由镜面反射所引起的错误的距离值。机器学习处理使用在各种天气、各种时间段等各种状况下的立体图像PIC2来进行。这些多个立体图像PIC2例如也包含未产生镜面反射的图像。因此，即使在所输入的拍摄图像(图11)如部分W4那样包含镜面反射的图像部分的情况下，距离图像生成部14也能够反映在这样的各种条件下的学习，并如图13所示，输出不存在镜面反射的情况下的距离值。

[0089] 如此，在机器学习装置20中，具备：路面检测处理部33，其基于第一拍摄图像(立体图像PIC2)以及与第一拍摄图像(立体图像PIC2)对应的第一距离图像(距离图像PZ32)来检测第一拍摄图像(立体图像PIC2)中所包含的路面；距离值选择部35，其基于该路面检测处理部33的处理结果来选择第一距离图像(距离图像PZ32)中所包含的多个距离值中的成为处理对象的一个以上的距离值；以及学习处理部37，其基于第一拍摄图像(立体图像PIC2)以及一个以上的距离值来进行机器学习处理，由此生成输入第二拍摄图像并输出与第二拍摄图像对应的第二距离图像的学习模型M。由此，机器学习装置20能够基于距离图像PZ32中所包含的多个距离值中的、基于路面检测处理部33的处理结果而被选择的一个以上的距离值来进行机器学习处理。对于距离值选择部35而言，例如，机器学习装置20能够选择在路面检测处理中所采用的距离值(图9)作为一个以上的距离值，并且能够选择在检测路面上的立体物的立体物检测处理中所采用的距离值(图10)作为一个以上的距离值。由此，在机器学习装置20中，能够生成学习模型M，该学习模型M能够生成精度高的距离图像。

[0090] 在生成这样的学习模型M时，也能够使用例如利用激光雷达(Light detection and ranging：光探测与测距)装置而得到的距离图像、以及拍摄图像来进行机器学习。然而，生成拍摄图像的图像传感器与生成距离图像的激光雷达装置的特性彼此不同，因此，例如，虽然在拍摄图像中未映现出，但在距离图像中可能会产生得到距离值那样的情况。在产生这样的矛盾的情况下，难以进行机器学习处理。

[0091] 另一方面，机器学习装置20在图2所示的例子中，基于立体图像PIC2生成距离图像PZ24、PZ31和PZ32，因此难以产生上述那样的矛盾，因此能够容易地进行机器学习处理。其结果为，在机器学习装置20中，能够提高学习模型的精度。

[0092] 此外，即使在使用基于立体相机所生成的立体图像PIC2而生成的距离图像PZ24进行机器学习处理的情况下，如上所述，也会产生误匹配或产生镜面反射等的虚像，因此导致距离图像PZ24会包含不准确的距离值。因此，难以提高学习模型的精度。此外，虽然考虑从距离图像PZ24筛选准确的距离值和不准确的距离值，但例如人进行这些筛选是不现实的。

[0093] 另一方面，在机器学习装置20中，基于路面检测处理部33的处理结果，选择第一距离图像(距离图像PZ32)中所包含的多个距离值中的成为处理对象的一个以上的距离值，并

基于第一拍摄图像(立体图像PIC2)和一个以上的距离值进行机器学习处理。由此,在机器学习装置20中,能够降低误匹配和/或镜面反射等的影响,并能够在不需要人的注释工作的情况下筛选准确的距离值。其结果为,在机器学习装置20中,能够提高学习模型的精度。

[0094] 在图2所示的例子中,机器学习装置20通过立体匹配生成距离图像PZ24、PZ31、PZ32。在如此进行立体匹配的情况下,能够得到高精度的距离值。然而,由于匹配是局部产生的,因此距离值的密度可能低。即使在这样的情况下,通过使用由机器学习装置20生成的学习模型M,也可以在整个区域中以高精度得到密度高的距离值。

[0095] 此外,在机器学习装置20中,学习处理部37基于一个以上的距离值对第一拍摄图像(立体图像PIC2)的整个图像区域中的与一个以上的距离对应的图像区域进行机器学习处理。由此,学习处理部37能够对从距离值选择部35提供有距离值的图像区域进行机器学习处理,并能够不对未从距离值选择部35提供距离值的图像区域进行机器学习处理。其结果为,例如,能够不基于由镜面反射所引起的错误的距离值来进行机器学习处理,因此能够提高学习模型的精度。

[0096] [效果]

[0097] 如上所述,在本实施方式中,设置有:路面检测处理部,其根据第一拍摄图像以及与第一拍摄图像对应的第一距离图像来检测第一拍摄图像中所包含的路面;距离值选择部,其基于该路面检测处理部的处理结果来选择第一距离图像中所包含的多个距离值中的成为处理对象的一个以上的距离值;以及学习处理部,其基于第一拍摄图像以及一个以上的距离值进行机器学习处理,由此生成被输入第二拍摄图像并输出与第二拍摄图像对应的第二距离图像的学习模型,因此,能够生成学习模型,该学习模型能够生成精度高的距离图像。

[0098] 在本实施方式中,基于一个以上的距离值,对第一拍摄图像的整体图像区域中的与一个以上的距离对应的图像区域进行机器学习处理,因此,能够提高学习模型的精度。

[0099] [变形例1]

[0100] 在上述实施方式中,机器学习装置20根据基于立体图像PIC2生成的距离图像PZ24进行机器学习处理,但并不限于此。以下,列举几个例子对本变形例详细地进行说明。

[0101] 图14是示出本变形例的机器学习装置40的一个构成例的图。机器学习装置40构成为基于由激光雷达装置得到的距离图像而进行机器学习处理。机器学习装置40具备存储部41和处理部42。

[0102] 存储部41存储有图像数据DT3、以及距离图像数据DT4。图像数据DT3在该例中是多个拍摄图像PIC3的图像数据。多个拍摄图像PIC3分别是单目图像,由单目相机生成,并存储于该存储部41。距离图像数据DT4为多个距离图像PZ4的图像数据。多个距离图像PZ4与多个拍摄图像PIC3分别对应。该距离图像PZ4在该例中由激光雷达装置生成,并存储于该存储部41。

[0103] 处理部42具有数据获取部43和图像处理部45。

[0104] 数据获取部43构成为从存储部41获取多个拍摄图像PIC3以及多个距离图像PZ4,并将彼此对应的拍摄图像PIC3和距离图像PZ4依次提供给图像处理部45。

[0105] 图像处理部45构成为基于拍摄图像PIC3和距离图像PZ4进行预定的图像处理,由此生成学习模型M。图像处理部45具有:图像边缘检测部51、分组处理部52、路面检测处理部

53、立体物检测处理部54、距离值选择部55、以及学习处理部57。图像边缘检测部51、分组处理部52、路面检测处理部53、立体物检测处理部54、距离值选择部55以及学习处理部57与上述实施方式的图像边缘检测部31、分组处理部32、路面检测处理部33、立体物检测处理部34、距离值选择部35以及学习处理部37分别对应。

[0106] 学习处理部57构成为基于拍摄图像PIC3和距离图像PZ35，使用神经网络来进行机器学习处理，由此生成学习模型M。在学习处理部57，被提供拍摄图像PIC3，并且被提供距离图像PZ35作为预期值。学习处理部57基于这些图像进行机器学习处理，由此生成被输入拍摄图像并输出距离图像的学习模型M。在此，拍摄图像PIC3与本公开中的“第一拍摄图像”的一个具体例对应。

[0107] 例如，图1所示的车外环境识别系统10的距离图像生成部14能够使用由这样的机器学习装置40生成的学习模型M，基于作为左图像PL1和右图像PR1中的一方的拍摄图像，来生成距离图像PZ14。

[0108] 图15是示出本变形例的另一机器学习装置60的一个构成例的图。机器学习装置60构成为基于通过立体运动(motion stereo)的方法而得到的距离图像来进行机器学习处理。机器学习装置60具备存储部61和处理部62。

[0109] 存储部61存储有图像数据DT3。图像数据DT3在该例中是一系列的多个拍摄图像PIC3的图像数据。多个拍摄图像PIC3分别是单目图像，由单目相机生成，并存储于该存储部61。

[0110] 处理部62具有图像数据获取部63、距离图像生成部64、以及图像处理部65。

[0111] 图像数据获取部63构成为从存储部61获取一系列的多个拍摄图像PIC3，并将拍摄图像PIC3依次提供给距离图像生成部64。

[0112] 距离图像生成部64构成为基于一系列的多个拍摄图像PIC3中的、在时间轴上相邻的两张拍摄图像PIC3，通过立体运动的方法生成距离图像PZ24。

[0113] 图像处理部65构成为基于拍摄图像PIC3和距离图像PZ24进行预定的图像处理，由此生成学习模型M。图像处理部65具有：图像边缘检测部71、分组处理部72、路面检测处理部73、立体物检测处理部74、距离值选择部75、以及学习处理部77。图像边缘检测部71、分组处理部72、路面检测处理部73、立体物检测处理部74、距离值选择部75以及学习处理部77与上述实施方式的图像边缘检测部31、分组处理部32、路面检测处理部33、立体物检测处理部34、距离值选择部35以及学习处理部37分别对应。

[0114] 学习处理部77构成为基于拍摄图像PIC3和距离图像PZ35，使用神经网络来进行机器学习处理，由此生成学习模型M。在学习处理部77，被提供拍摄图像PIC3，并且被提供距离图像PZ35作为预期值。学习处理部77基于这些图像进行机器学习处理，由此生成被输入拍摄图像并输出距离图像的学习模型M。

[0115] 例如，图1所示的车外环境识别系统10的距离图像生成部14能够使用由这样的机器学习装置60生成的学习模型M，基于作为左图像PL1和右图像PR1中的一方的拍摄图像，来生成距离图像PZ14。

[0116] [变形例2]

[0117] 在上述实施方式中，学习模型M被输入拍摄图像并输出距离图像，但输入图像并不限于此，例如也可以输入立体图像。此外，在立体运动的情况下，可以输入在时间轴上相邻

的两个拍摄图像。以下对被输入立体图像的情况详细地进行说明。

[0118] 图16是示出本变形例的机器学习装置20B的一个构成例的图。机器学习装置20B具备处理部22B。处理部22B具有图像处理部25B。图像处理部25B具有图像边缘检测部31、分组处理部32、路面检测处理部33、立体物检测处理部34、距离值选择部35以及学习处理部37B。

[0119] 学习处理部37B构成为基于立体图像PIC2和距离图像PZ35，使用神经网络进行机器学习处理，由此生成学习模型M。在学习处理部37B，被提供立体图像PIC2，并且被提供距离图像PZ35作为预期值。学习处理部37B基于这些图像进行机器学习处理，由此生成被输入立体图像并输出距离图像的学习模型M。

[0120] 例如，车外环境识别系统10的距离图像生成部14能够使用由这样的机器学习装置20B生成的学习模型M，基于立体图像PIC而生成距离图像PZ14。

[0121] 以上，虽然列举了实施方式以及几个变形例对本技术进行了说明，但本技术不限于这些实施方式等，而能够进行各种变形。

[0122] 例如，在上述实施方式等中，在图像处理部25中设置有图像边缘检测部31、分组处理部32、路面检测处理部33以及立体物检测处理部34，但并不限于此，例如，既可以省略它们的一部分，也可以追加其他块(block)。

[0123] 应予说明，在本说明书中所记载的效果仅为例示而非限定，并且可以具有其他效果。

[0124] 应予说明，本技术能够具有以下那样的构成。

[0125] (1)

[0126] 机器学习装置具备：

[0127] 路面检测处理部，其基于第一拍摄图像以及与上述第一拍摄图像对应的第一距离图像，检测上述第一拍摄图像中所包含的路面；

[0128] 距离值选择部，其基于上述路面检测处理部的处理结果，选择上述第一距离图像中所包含的多个距离值中的、成为处理对象的一个以上的距离值；以及

[0129] 学习处理部，其基于上述第一拍摄图像和上述一个以上的距离值进行机器学习处理，由此生成被输入第二拍摄图像并输出与上述第二拍摄图像对应的第二距离图像的学习模型。

[0130] (2)

[0131] 根据权利要求1所述的机器学习装置，其中，

[0132] 上述距离值选择部选择上述第一距离图像中所包含的多个距离值中的、在上述路面检测处理部的检测处理中所采用的距离值作为上述一个以上的距离值。

[0133] (3)

[0134] 根据权利要求2所述的机器学习装置，其中，

[0135] 上述一个以上的距离值包括到上述第一拍摄图像中所包含的上述路面为止的距离值。

[0136] (4)

[0137] 根据权利要求1至权利要求3中任一项所述的机器学习装置，其中，

[0138] 该机器学习装置还具备立体物检测处理部，该立体物检测处理部检测位于比上述第一拍摄图像中所包含的上述路面更靠上的位置的立体物，

[0139] 上述距离值选择部选择上述第一距离图像中所包含的多个距离值中的、在上述立体物检测处理部的检测处理中所采用的距离值作为上述一个以上的距离值。

[0140] (5)

[0141] 根据权利要求4所述的机器学习装置，其中，

[0142] 上述一个以上的距离值包括到位于比上述第一拍摄图像中所包含的上述路面更靠上的位置的立体物为止的距离值。

[0143] (6)

[0144] 根据权利要求1所述的机器学习装置，其中，

[0145] 上述学习处理部基于上述一个以上的距离值对上述第一拍摄图像的整个图像区域中的、与上述一个以上的距离对应的图像区域进行上述机器学习处理。

[0146] (7)

[0147] 机器学习装置具备：

[0148] 一个或多个处理器；以及

[0149] 一个或多个存储器，其以能够通信的方式与上述一个或多个处理器连接；

[0150] 上述一个或多个处理器进行如下动作：

[0151] 基于第一拍摄图像以及与上述第一拍摄图像对应的第一距离图像，进行检测上述第一拍摄图像中所包含的路面的路面检测处理；

[0152] 基于上述路面检测处理的处理结果，选择上述第一距离图像中所包含的多个距离值中的、成为处理对象的一个以上的距离值；以及

[0153] 基于上述第一拍摄图像和上述一个以上的距离值进行机器学习处理，由此生成被输入第二拍摄图像并输出与上述第二拍摄图像对应的第二距离图像的学习模型。

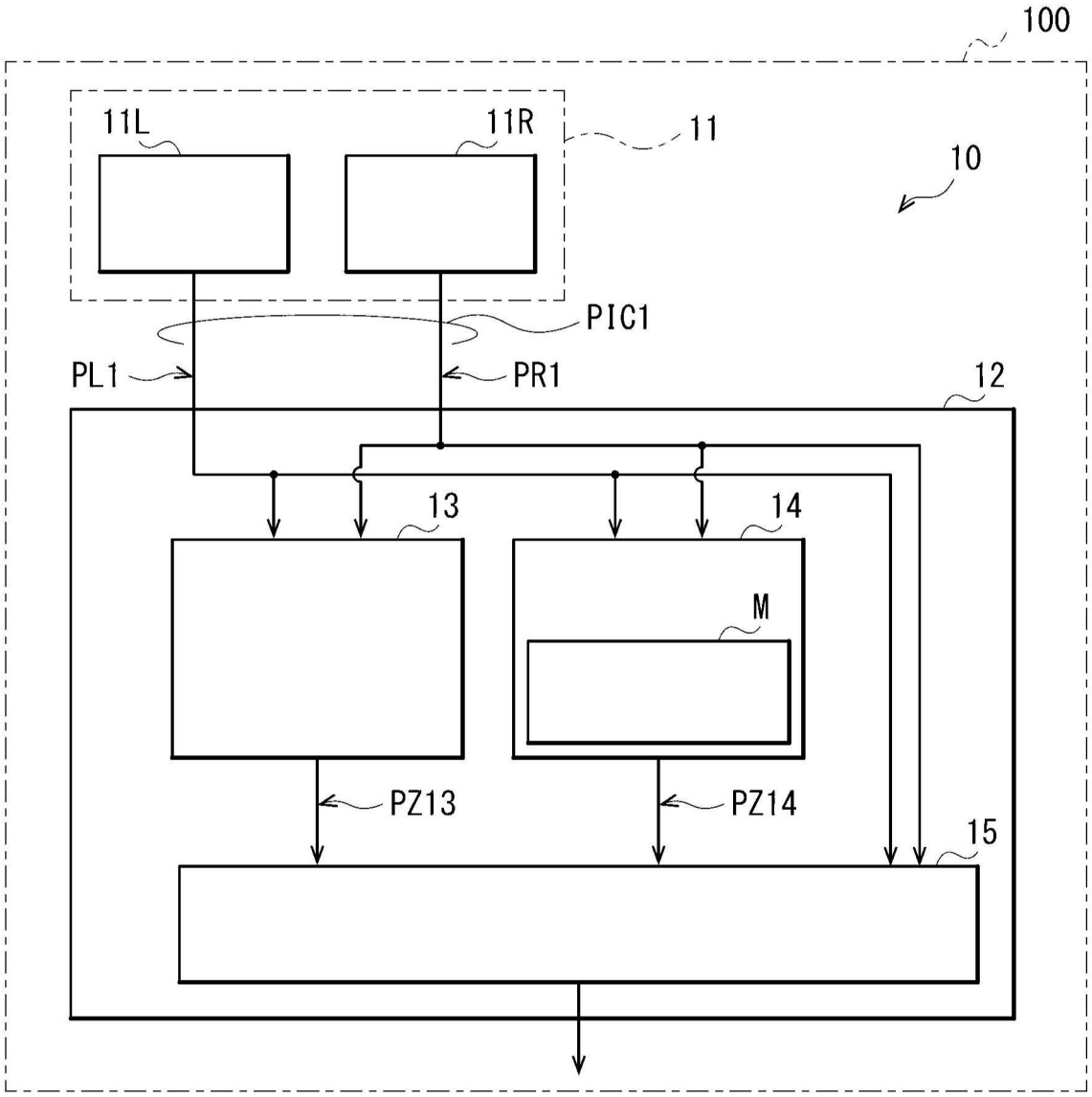


图1

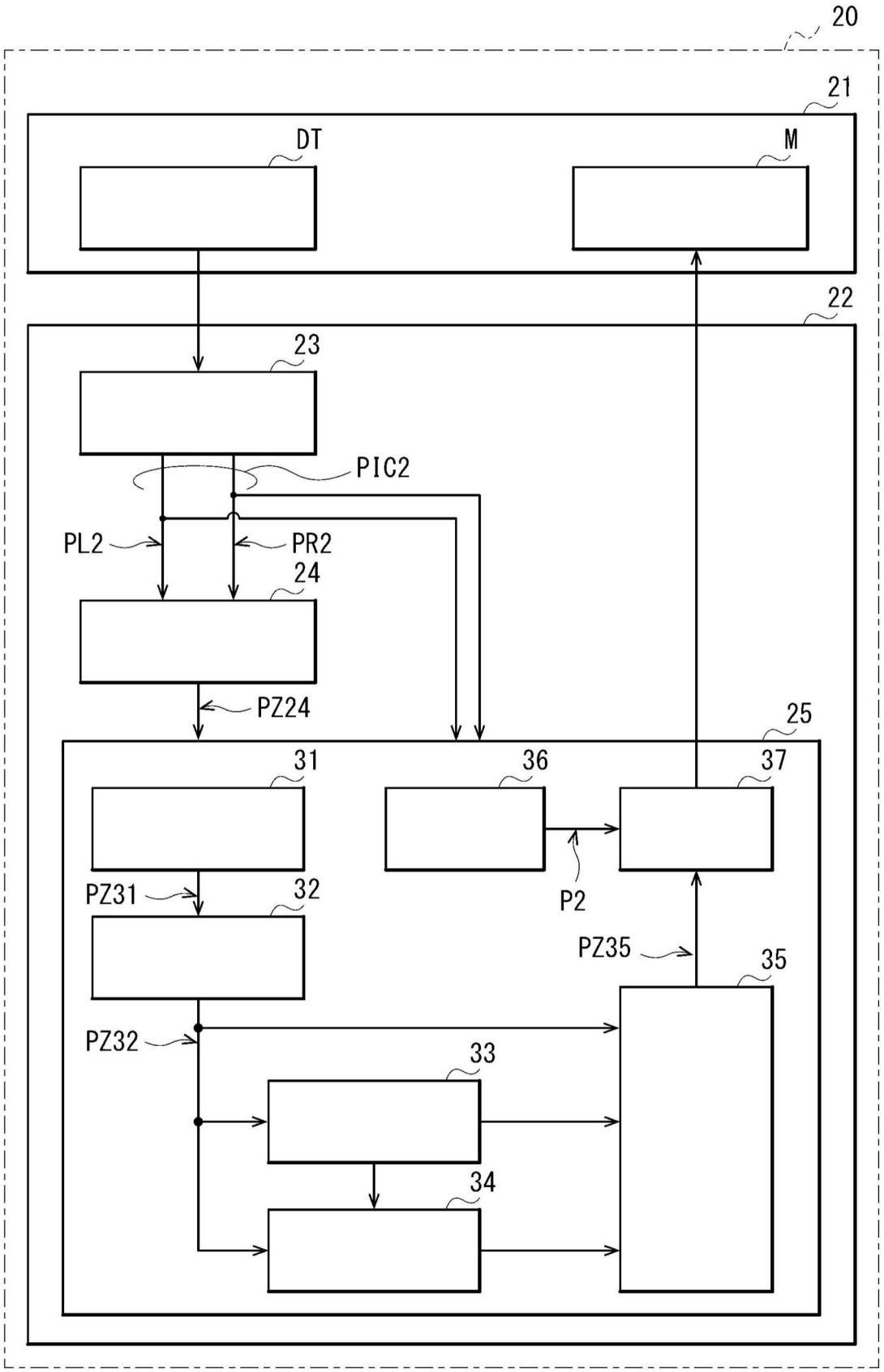

20
21
DT
M
22
23
PIC2
PL2
PR2
24
PZ24
25
31
36
37
PZ31
32
P2
PZ35
35
PZ32
33
34

图2

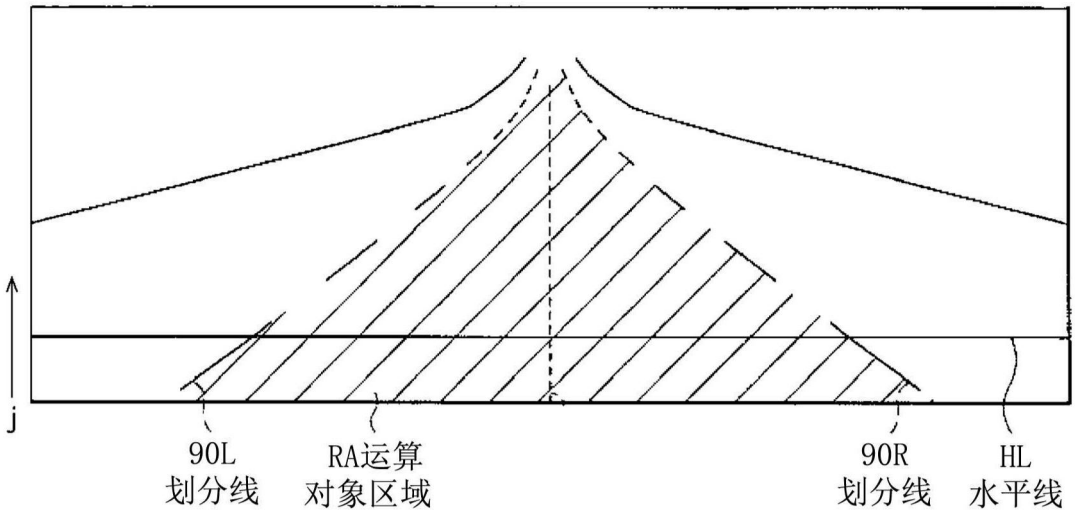

j
90L
划分线
RA运算
对象区域
90R
划分线
HL
水平线

图3

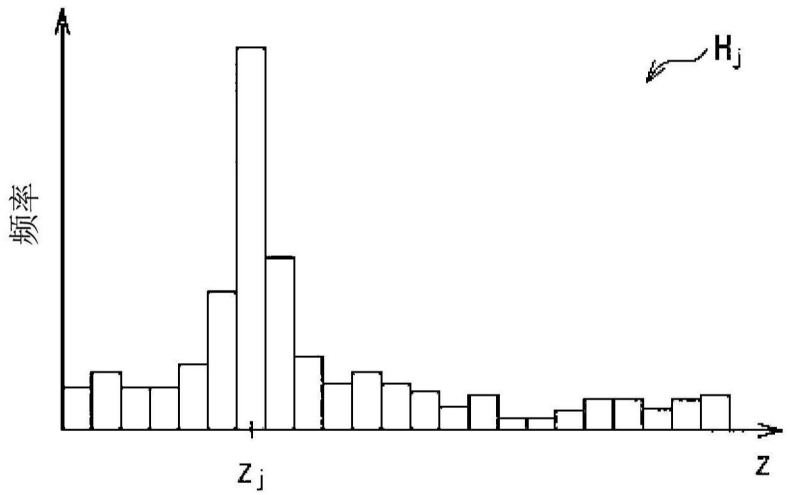

Hj
频率
zj
z

图4

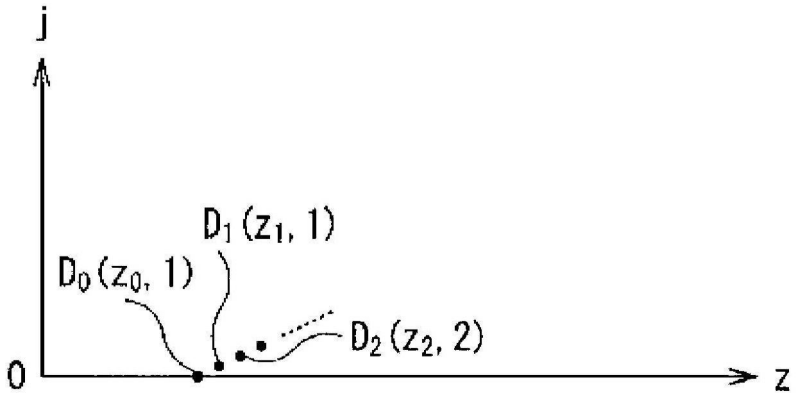

j
D1(z1, 1)
D0(z0, 1)
D2(z2, 2)
0
z

图5

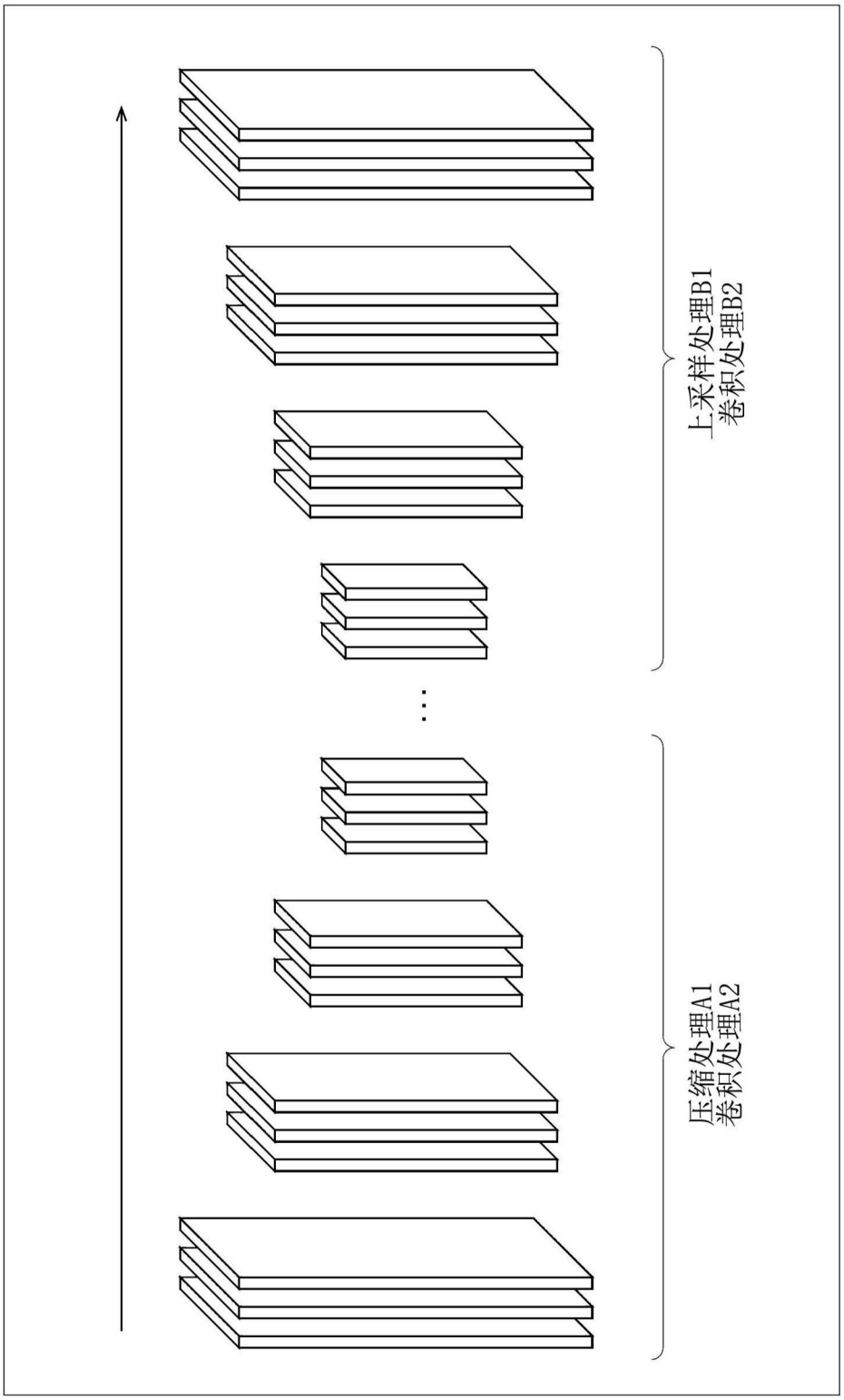


图6

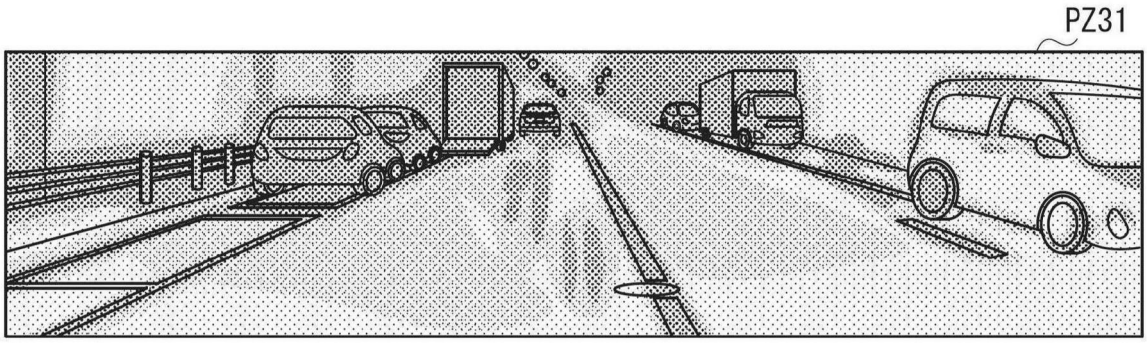


图7

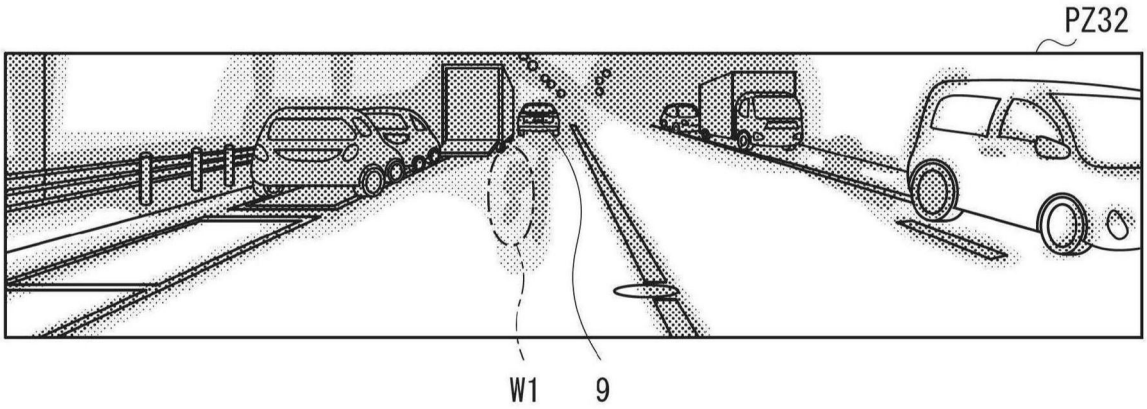


图8

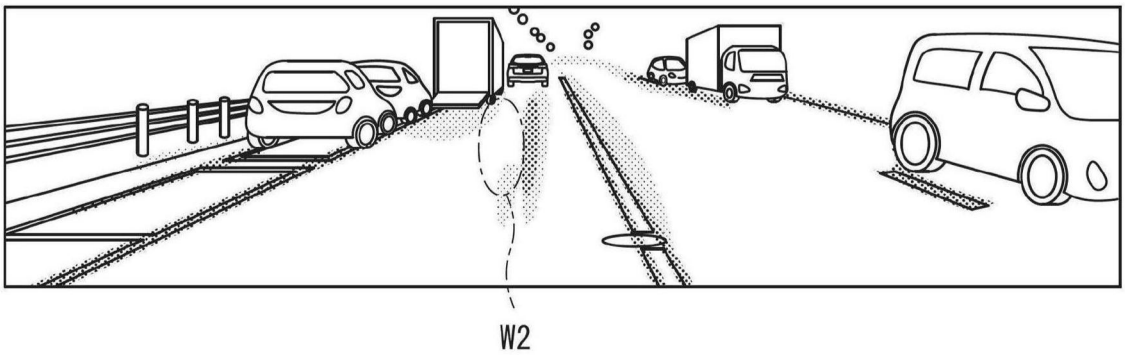


图9

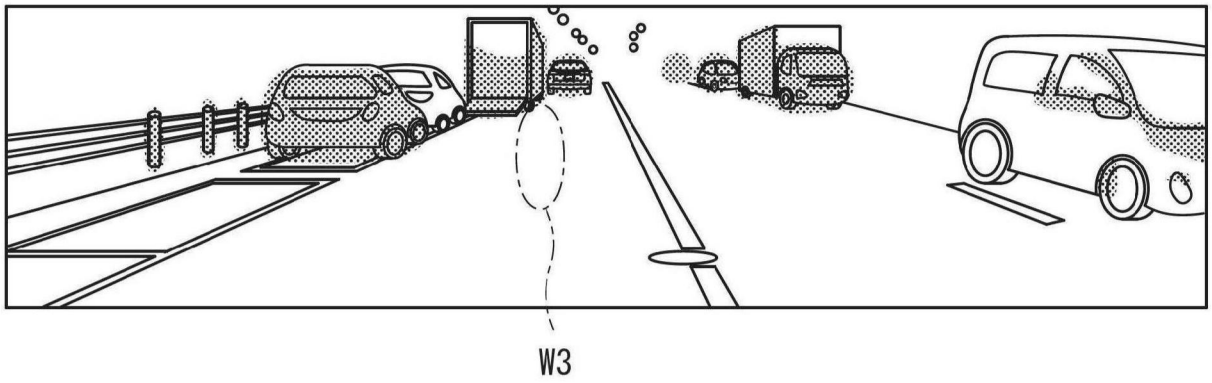


图10

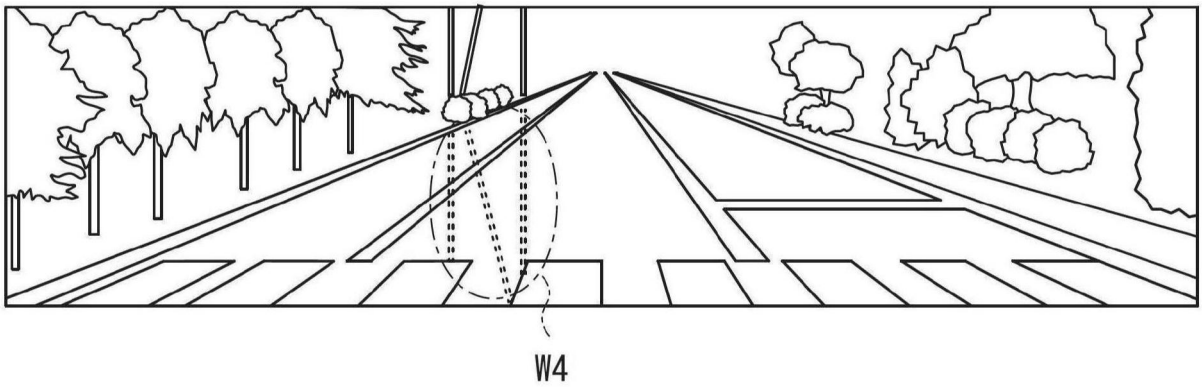


图11

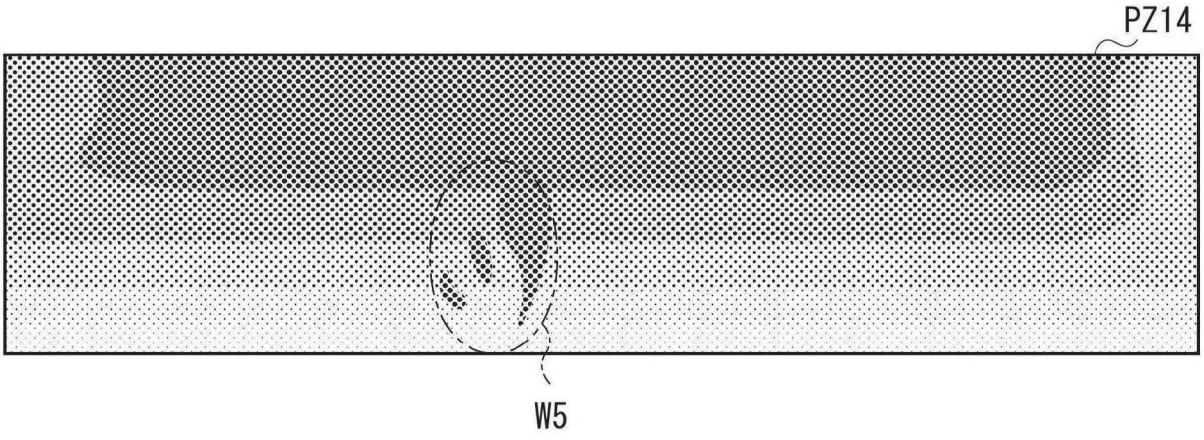


图12

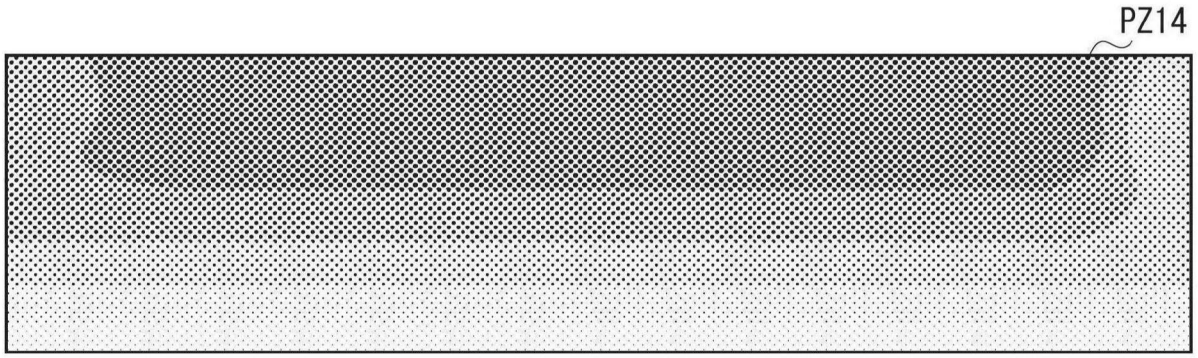


图13

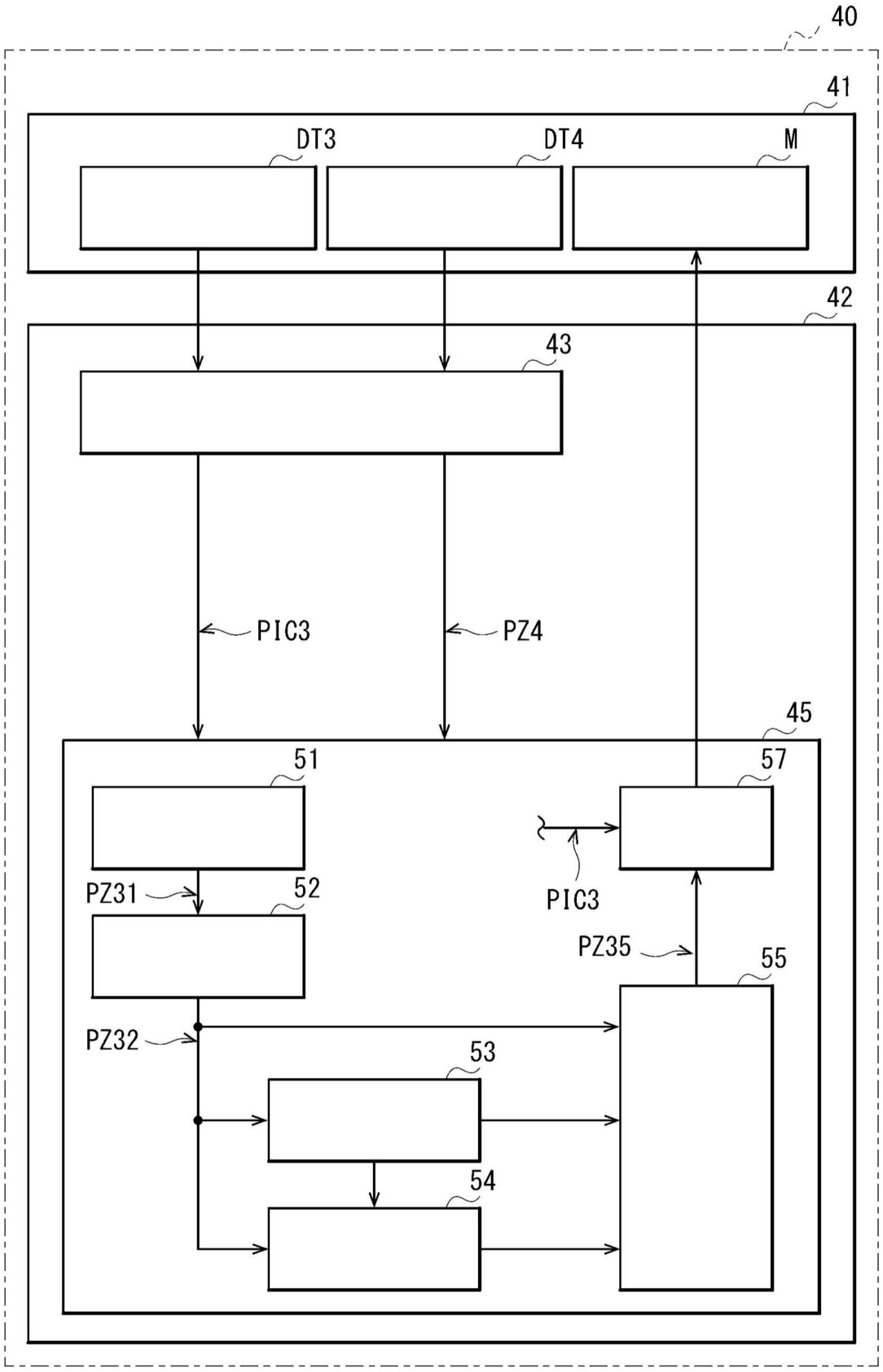

40
41
DT3
DT4
M
42
43
PIC3
PZ4
45
51
57
PZ31
52
PIC3
PZ35
55
PZ32
53
54

图14

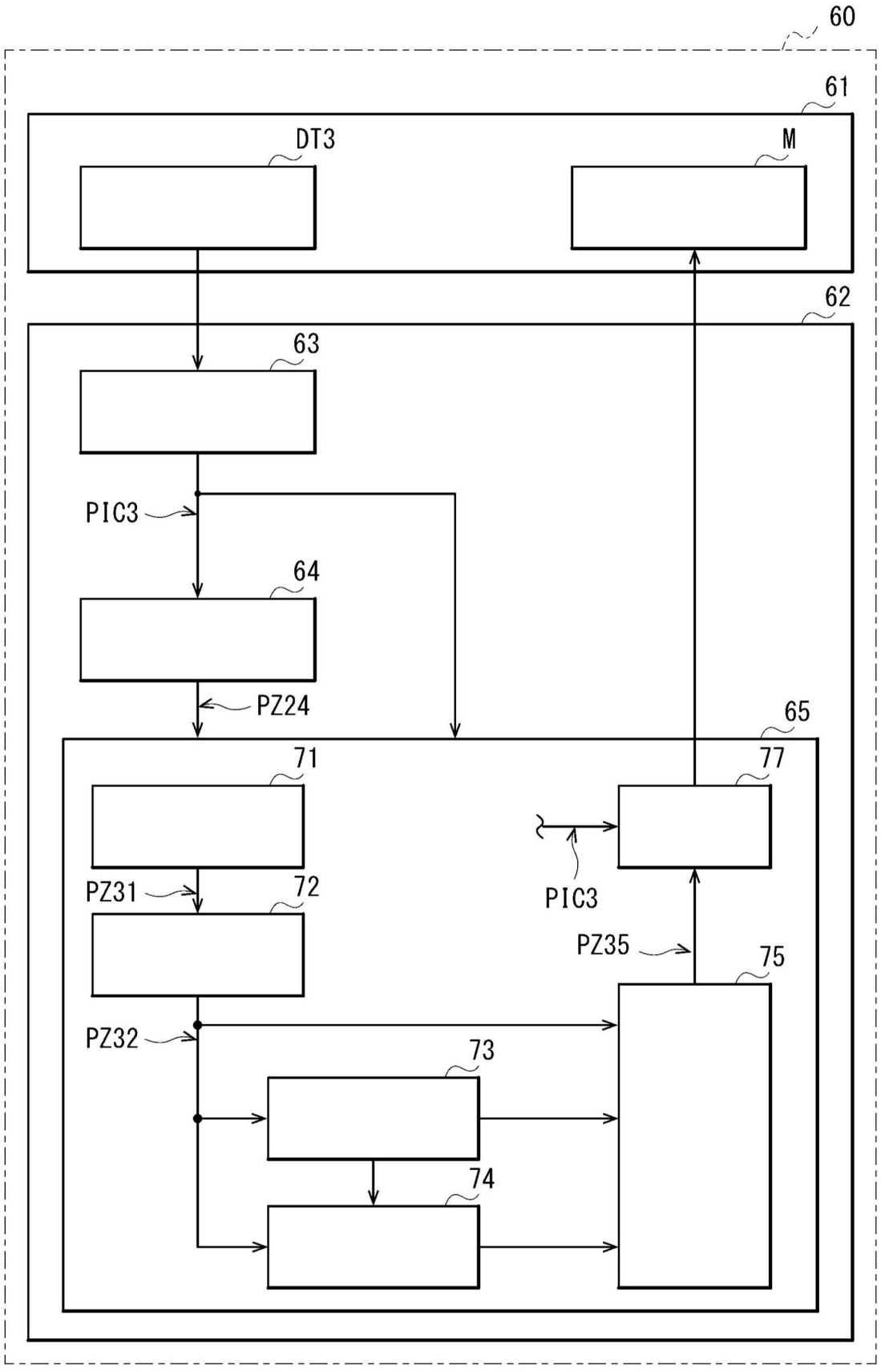

60
61
DT3
M
62
63
PIC3
64
PZ24
65
71
77
PZ31
72
PIC3
PZ35
75
PZ32
73
74

图15

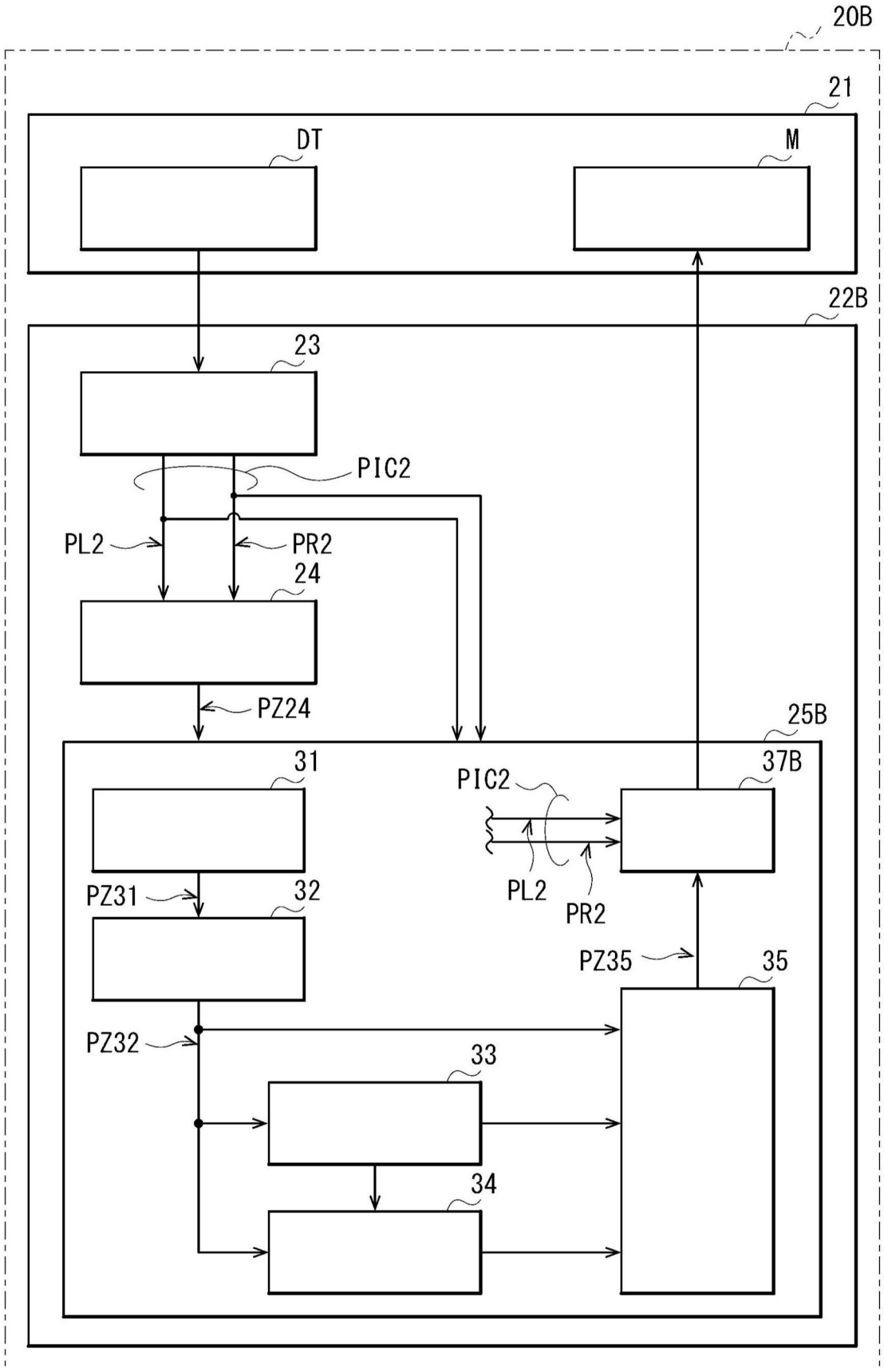

20B
21
DT
M
22B
23
PIC2
PL2
PR2
24
PZ24
25B
31
PIC2
37B
PZ31
32
PL2
PR2
PZ35
35
PZ32
33
34

图16

1.(修改后)一种机器学习装置,其特征在于,具备:

路面检测处理部,其基于第一拍摄图像以及与所述第一拍摄图像对应的第一距离图像,检测所述第一拍摄图像中所包含的路面;

立体物检测处理部,其检测位于比所述第一拍摄图像中所包含的所述路面更靠上的位置的立体物;

距离值选择部,其基于所述路面检测处理部的检测结果以及所述立体物检测处理部的处理结果,选择所述第一距离图像中所包含的多个距离值中的、成为处理对象的一个以上的距离值;以及

学习处理部,其基于所述第一拍摄图像和所述一个以上的距离值进行机器学习处理,由此生成学习模型,所述学习模型被输入第二拍摄图像并输出与所述第二拍摄图像对应的第二距离图像,

所述距离值选择部选择所述第一距离图像中所包含的多个距离值中的、在所述路面检测处理部的检测处理中所采用的距离值以及在所述立体物检测处理部的检测处理中所采用的距离值作为所述一个以上的距离值。

2.(删除)

3.(修改后)根据权利要求1所述的机器学习装置,其特征在于,

所述一个以上的距离值包括到所述第一拍摄图像中所包含的所述路面为止的距离值。

4.(删除)

5.(修改后)根据权利要求1或权利要求3所述的机器学习装置,其特征在于,

所述一个以上的距离值包括到位于比所述第一拍摄图像中所包含的所述路面更靠上的位置的立体物为止的距离值。

6.(修改后)根据权利要求1所述的机器学习装置,其特征在于,

所述学习处理部基于所述一个以上的距离值对所述第一拍摄图像的整个图像区域中的、与所述一个以上的距离对应的图像区域进行所述机器学习处理。