

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 6 月 18 日 (18.06.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/119661 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06K 9/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/124189
- (22) 国际申请日: 2019 年 12 月 10 日 (10.12.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201811537033.4 2018 年 12 月 14 日 (14.12.2018) CN
- (71) 申请人: 中国科学院深圳先进技术研究院 (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。
- (72) 发明人: 王磊 (WANG, Lei); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 陈嘉豪 (CHEN, Jia Hao); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道

1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 程俊 (CHENG, Jun); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 北京市诚辉律师事务所 (BEIJING CHENGHUI LAW FIRM); 中国北京市朝阳区朝阳北路 99 号楼 2 单元 905, Beijing 100123 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,

(54) Title: TARGET DETECTION METHOD AND DEVICE AND PEDESTRIAN DETECTION METHOD AND SYSTEM

(54) 发明名称: 一种目标检测方法、装置以及行人检测方法、系统

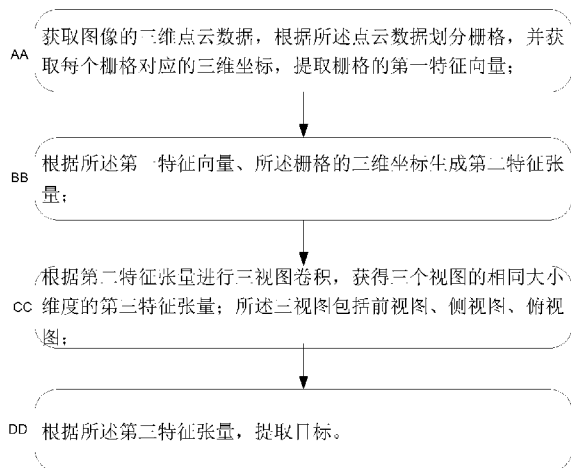


图 1

- AA Acquire three-dimensional point cloud data of an image and divide grids according to the point cloud data, acquire three-dimensional coordinates corresponding to each grid and extract a first characteristic vector of the grids
- BB Generate a second characteristic tensor according to the first characteristic vector and the three-dimensional coordinates of the grids
- CC Carry out convolution of three views according to the second characteristic tensor to obtain a third characteristic tensor of the same dimension of the three views, the three views comprising a front view, a side view and a top view
- DD Extract a target according to the third characteristic tensor

(57) Abstract: The present invention provides a target detection method and device and a pedestrian detection method and system, relating to the technical field of target detection. The method comprises: acquiring three-dimensional point cloud data of an image and dividing grids according to the point cloud data, acquiring three-dimensional coordinates corresponding to each grid and extracting a first characteristic vector of the grids; generating a second characteristic tensor according to the first characteristic vector and the three-dimensional coordinates of the grids; carrying out convolution of three views according to the second characteristic tensor to obtain a third characteristic tensor of the same dimension of the three views, the three views comprising a front view, a side view and a top view; and extracting a target according to the third characteristic tensor. The present invention provides a method for a three-view convolutional layer to implement a convolution operation on a front vertical plane, a side vertical plane and a horizontal plane correspondingly for three views of a front view, a side view and a top view; the present invention can extract finer target shape information, thus realizing a more accurate target extraction.

NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：本发明提供一种目标检测方法、装置以及行人检测方法、系统，属于目标检测技术领域。通过获取图像的三维点云数据，根据所述点云数据划分栅格，并获取每个栅格对应的三维坐标，提取栅格的第一特征向量；根据所述第一特征向量、所述栅格的三维坐标生成第二特征张量；根据第二特征张量进行三视图卷积，获得三个视图的相同大小维度的第三特征张量；所述三视图包括前视图、侧视图、俯视图；根据所述第三特征张量，提取目标。本发明提出了一种三视图卷积层实现对应于前视图、侧视图、俯视图三视图，对前垂直面、侧垂直面、水平面，执行卷积操作的方法，其能提取到更为精细的目标形状信息，从而实现更精确的目标提取。

一种目标检测方法、装置以及行人检测方法、系统

技术领域

本发明涉及目标检测技术领域，尤其涉及一种目标检测方法、装置以及行人检测方法、系统。

背景技术

无人驾驶正成为人工智能领域最炙手可热的技术，得益于深度学习技术的突破性进展，无人驾驶技术也正趋于成熟，而无人驾驶中对于路边行人的检测对于整个驾驶的安全性显得尤为重要。

现有技术中检测行人目标，行之有效的方法都是在图像上提取精细的特征，再用该特征做后续的分类、分割等任务。按照特征提取方式的不同，目标检测技术可分为传统方法以及深度学习方法：其中，传统方法主要使用人工设计的特征，比如基于原始图像特征的尺度不变特征变换方法，针对点云或者特定的颜色、形状和几何特征的旋转图像方法，基于原始图像特征的尺度不变特征变换、加速稳健特征和方向梯度直方图方法等是基于人工设计特征提取和表达的方法，这类方法需要人工根据先验信息来设计特征、识别率不高。深度学习方法主要是利用深度网络提取深层次的特征，再结合低层次的特征来做分类、分割等任务。利用深度学习方法，处理目标检测任务的主流且有效的基本思路是拆分成目标分割（instance segmentation）和目标分类两个子任务，前者一般是基于区域候选网络（region proposal network），这种网络目的在于生成矩形框来缩小目标范围，而后者则一般应用卷积神经网络，对于前者分割得到的局部图像对目标分类，识别出它是哪种类别的物体。

目前，无人驾驶已可以很好地实现简单的驾驶任务，然而，其处理复杂路况、复杂目标的能力还有很大的提升空间，现有技术中无人驾驶仍然不能完全检测出周边的物体并归类，即使是深度学习方法，其通用性、适用范围还有待提高，并不能保证所有无人驾驶过程中所有任务都爆出高精度检测，尤其是在面对密集的人群时，现有技术中检测人群中每个人位置的精度还远远不足。

发明内容

有鉴于此，本发明提供了一种目标检测方法、装置以及行人检测方法、系统，用以解决现有的针对无人驾驶场景下行人目标识别精度不高的技术问题。

本发明的技术方案如下：

根据本申请的第一方面，提出了一种目标检测方法，包括：

获取图像的三维点云数据，根据所述点云数据划分栅格，并获取每个栅格对应的三维坐标，提取栅格的第一特征向量；

根据所述第一特征向量、所述栅格的三维坐标生成第二特征张量；

根据第二特征张量进行三视图卷积，获得三个视图的相同大小维度的第三特征张量；所述三视图包括前视图、侧视图、俯视图；

根据所述第三特征张量，提取目标。

相应的，所述提取栅格的第一特征向量，包括：

- (1) 全连接层：根据栅格内点列向量生成的第一栅格矩阵，经过全连接层，生成全连接栅格特征；
- (2) 最大池化操作：对所述全连接栅格特征执行最大池化操作，提取栅格局部特征；
- (3) 首尾连接所述栅格局部特征、全连接栅格特征，组成第一子特征向量；
- (4) 根据第一子特征向量进一步经过步骤(1)、(2)对应的全连接层以及最大池化操作，生成所述第一特征向量。

相应的，所述第二特征张量为四维特征张量；

所述根据所述点云数据划分栅格，包括：所述点云数据划分为统一大小的栅格。

相应的，根据第二特征张量进行三视图卷积，获得三个视图的相同大小维度的第三特征张量，包括：

- (1) 固定第二特征张量任意一个通道，得到三维张量 $S \in \mathbb{R}_{D^i \times H^i \times W^i}$ ；所述 D^i ， H^i ， W^i 分别为栅格在三维坐标上的个数；
- (2) 对应于前视图、侧视图、俯视图三视图，对前垂直面、侧垂直面、水平面，执行卷积操作：

$$s_{i,j,k}^1 = F \odot \begin{bmatrix} s_{i-1,j-1,k} & s_{i-1,j,k} & s_{i-1,j+1,k} \\ s_{i,j-1,k} & s_{i,j,k} & s_{i,j+1,k} \\ s_{i+1,j-1,k} & s_{i+1,j,k} & s_{i+1,j+1,k} \end{bmatrix}$$

其中， F 为卷积核， $s_{i,j,k}$ 为第二特征张量 S 在 (i,j,k) 位置上的元素， s^1 为卷积得

到的第三特征张量, $s_{i,j,k}^1$ 为第三特征张量 S^1 在 (i,j,k) 位置上的元素, $\odot$ 表示点乘。

相应的, 所述根据所述第三特征张量提取目标, 包括:

将所述第三特征张量输入到区域候选网络, 生成多个区域候选框;

获取所述多个区域候选框与真实的目标框的重叠比例大小, 将重叠比例最高区域候选框的确定为最后目标检测的结果。

根据本申请的第二方面, 提出了一种目标检测装置, 包括:

栅格特征提取器, 获取图像的三维点云数据, 根据所述点云数据划分栅格, 并获取每个栅格对应的三维坐标, 提取栅格的第一特征向量;

生成模块, 根据所述第一特征向量、所述栅格的三维坐标生成第二特征张量;

三视图卷积层, 根据第二特征张量进行三视图卷积, 获得三个视图的相同大小维度的第三特征张量; 所述三视图包括前视图、侧视图、俯视图;

提取模块, 根据所述第三特征张量, 提取目标。

相应的, 所述栅格特征提取器, 包括:

全连接层模块: 根据栅格内点列向量生成的第一栅格矩阵, 经过全连接层, 生成全连接栅格特征;

最大池化操作模块: 对所述全连接栅格特征执行最大池化操作, 提取栅格局部特征;

首尾连接模块, 首尾连接所述栅格局部特征、全连接栅格特征, 组成第一子特征向量;

栅格特征生成模块, 根据第一子特征向量进一步经过所述全连接层模块、最大池化操作模块对应的全连接层以及最大池化操作, 生成所述第一特征向量。

相应的, 所述第二特征张量为四维特征张量;

所述栅格特征提取器, 包括: 将所述点云数据划分为统一大小的栅格。

相应的, 所述三视图卷积层包括:

(1) 固定第二特征张量任意一个通道, 得到三维张量 $S \in R_{D' \times H' \times W'}$; 所述 D' , H' , W' 分别为栅格在三维坐标上的个数;

(2) 对应于前视图、侧视图、俯视图三视图, 对前垂直面、侧垂直面、水平面, 执行卷积操作:

$$s_{i,j,k}^1 = F \odot \begin{bmatrix} s_{i-1,j-1,k} & s_{i-1,j,k} & s_{i-1,j+1,k} \\ s_{i,j-1,k} & s_{i,j,k} & s_{i,j+1,k} \\ s_{i+1,j-1,k} & s_{i+1,j,k} & s_{i+1,j+1,k} \end{bmatrix}$$

其中, F 为卷积核, $s_{i,j,k}$ 为第二特征张量 S 在 (i,j,k) 位置上的元素, S^1 为卷积得到的第三特征张量, $s_{i,j,k}^1$ 为第三特征张量 S^1 在 (i,j,k) 位置上的元素, $\odot$ 表示点乘。

相应的, 所述提取模块包括:

区域候选模块, 将所述第三特征张量输入到区域候选网络, 生成多个区域候选框;

目标确定模块, 获取所述多个区域候选框与真实的目标框的重叠比例大小, 将重叠比例最高区域候选框的确定为最后目标检测的结果。

根据本申请的第三方面, 提出了一种行人检测方法, 所述方法应用于无人驾驶场景, 所述方法包括上述相应的任意一项所述的目标检测方法, 所述行人设定为检测目标。

根据本申请的第四方面, 提出了一种行人检测系统, 所述系统应用于无人驾驶场景, 所述系统包括上述相应的任意一项所述的目标检测装置, 所述行人设定为检测目标。

由以上技术方案可见, 本申请在针对无人驾驶场景下行人目标识别精度不高的技术问题, 该方法首先将点云所在的三维空间分割成一个个的栅格, 再将每个栅格里的点通过栅格特征提取器, 整合成一个特征向量, 紧接着结合这些栅格的三维坐标信息, 将一幅图的点云数据融合成一个四维的第二特征张量; 其中栅格里的点整合成的特征向量的维度作为通道处理。在处理第二特征张量时, 本发明提出了一种三视图卷积层实现对应于前视图、侧视图、俯视图三视图, 对前垂直面、侧垂直面、水平面, 执行卷积操作的方法, 其能提取到更为精细的目标形状信息, 从而实现更精确的目标提取。

附图说明

图 1 为本发明实施例一的目标检测方法流程图;

图 2 为本发明实施例一的目标检测方法中所述提取栅格的第一特征向量的流程图;

图 3 为本发明实施例一的三视图卷积效果图；

图 4 为本发明实施例一的区域候选网络结构图；

图 5 为本发明实施例二的目标检测装置结构；

图 6 为本发明实施例二的栅格特征提取器结构图。

具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

实施例一

如图 1 所示，本发明实施例一种目标检测方法，包括：

获取图像的三维点云数据，根据所述点云数据划分栅格，并获取每个栅格对应的三维坐标，提取栅格的第一特征向量；

所述根据所述点云数据划分栅格，包括：所述点云数据划分为统一大小的栅格。

相应的，栅格特征提取，通过定义点云的三维空间 Z、Y、X 轴上的范围为 D、H、W，栅格三个维度为 v_D, v_H, v_W ，划分三维空间为统一大小的栅格之后，可得

到 $D' = \frac{D}{v_D}$ ， $H' = \frac{H}{v_H}$ ， $W' = \frac{W}{v_W}$ ，为栅格在三坐标上的个数。

如图 2 所示，所述提取栅格的第一特征向量，包括：

(1) 全连接层：根据栅格内点列向量生成的第一栅格矩阵，经过全连接层，生成全连接栅格特征；

相应的，每个栅格内的点经过栅格特征编码层：首先每个点是由三坐标组成的三维向量，这些向量经过全连接层，转换为进一步的特征：

$$W = \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & W_{13} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ W_{m1} & W_{m2} & W_{m3} \end{bmatrix}$$

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & \cdots & x_{2n} \\ x_{31} & \cdots & x_{3n} \end{bmatrix}$$

$$Y = W_Y X$$

其中 W_Y 为全连接层的权重矩阵， X 为栅格内点列向量组成的矩阵， $Y \in \mathbb{R}^{m \times n}$ ；为进一步的特征。

(2) 最大池化操作：对所述全连接栅格特征执行最大池化操作，提取栅格局部特征；

相应的，再通过最大池化操作提取局部特征：

$$Y = \begin{bmatrix} y_{11} & \cdots & y_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{m1} & \cdots & y_{mn} \end{bmatrix}$$

$$Y_L = \begin{bmatrix} y_{1L} \\ \vdots \\ y_{mL} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \max(y_{11}, \dots, y_{1n}) \\ \vdots \\ \max(y_{m1}, \dots, y_{mn}) \end{bmatrix}$$

(3) 首尾连接所述栅格局部特征、全连接栅格特征，组成第一子特征向量；

相应地，该局部特征 Y_L 与上一步的特征 Y 首尾连接起来，组成特征向量：

$$Y_C = \begin{bmatrix} y_{11} & \cdots & y_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{m1} & \cdots & y_{mn} \\ y_{1L} & \cdots & y_{1L} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{mL} & \cdots & y_{mL} \end{bmatrix}$$

(4) 根据第一子特征向量进一步经过步骤(1)、(2)对应的全连接层以及最大池化操作，生成所述第一特征向量。

经过栅格特征编码层之后，特征向量 Y_C 再次经过全连接层和最大池化操作：

$$Z = W_Z Y_C = \begin{bmatrix} z_{11} & \cdots & z_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{m1} & \cdots & z_{mn} \end{bmatrix}$$

$$Z_L = \begin{bmatrix} z_{1L} \\ \vdots \\ z_{mL} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \max(z_{11}, \dots, z_{1n}) \\ \vdots \\ \max(z_{m1}, \dots, z_{mn}) \end{bmatrix}$$

如此，每个栅格都可以表示成一个 m 维向量。

本实施，根据所述第一特征向量、所述栅格的三维坐标生成第二特征张量；

所述第二特征张量为一四维特征张量；

具体地，通过结合每个栅格的三维坐标信息，点云空间即表示成一个4维的特征张量 $T \in R^{m \times D' \times H' \times W'}$ 。

本实施，根据第二特征张量进行三视图卷积，获得三个视图的相同大小维度的第三特征张量；所述三视图包括前视图、侧视图、俯视图；

所述根据第二特征张量进行三视图卷积，获得三个视图的相同大小维度的第三特征张量，包括：

(1) 固定第二特征张量任意一个通道，得到三维张量 $S \in R_{D' \times H' \times W'}$ ；所述 D' ， H' ， W' 分别为栅格在三维坐标上的个数；

(2) 对应于前视图、侧视图、俯视图三视图，对前垂直面、侧垂直面、水平面，执行卷积操作：

$$s_{i,j,k}^1 = F \odot \begin{bmatrix} s_{i-1,j-1,k} & s_{i-1,j,k} & s_{i-1,j+1,k} \\ s_{i,j-1,k} & s_{i,j,k} & s_{i,j+1,k} \\ s_{i+1,j-1,k} & s_{i+1,j,k} & s_{i+1,j+1,k} \end{bmatrix}$$

其中， F 为卷积核， $s_{i,j,k}$ 为第二特征张量 S 在 (i,j,k) 位置上的元素， S^1 为卷积得到的第三特征张量， $s_{i,j,k}^1$ 为第三特征张量 S^1 在 (i,j,k) 位置上的元素， $\odot$ 表示点乘。

相应的，三视图卷积层是用作中间隐藏层，用于提取更为精细且更抽象的特征。三视图包括前视图、侧视图、俯视图，对于特征张量来讲，除去作为通道的维度，三视图卷积在其余三个维度上同时进行二维卷积核的滑动，固定特征张量 T 任意一个通道，得到一个三维张量 $S \in R^{D' \times H' \times W'}$ ，以俯视图卷积为例：

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & w_{13} \\ w_{21} & w_{22} & w_{23} \\ w_{31} & w_{32} & w_{33} \end{bmatrix}$$

$$s_{i,j,k}^1 = W \odot \begin{bmatrix} s_{i-1,j-1,k} & s_{i-1,j,k} & s_{i-1,j+1,k} \\ s_{i,j-1,k} & s_{i,j,k} & s_{i,j+1,k} \\ s_{i+1,j-1,k} & s_{i+1,j,k} & s_{i+1,j+1,k} \end{bmatrix}$$

其中, W 为卷积核, $s_{i,j,k}$ 为特征张量 S 在 (i,j,k) 位置上的元素, S^1 为卷积得到的张量, $s_{i,j,k}^1$ 为特征张量 S^1 在 (i,j,k) 位置上的元素, $\odot$ 表示点乘。

三视图卷积各自提取到相同维度大小的特征张量 $T^1, T^2, T^3 \in R^{C \times D' \times H' \times W'}$ 然后将这三个张量在连接通道维度之后整合成一个特征张量 $T^C \in R^{3C \times D' \times H' \times W'}$

如图3所示, 三视图卷积对于三维卷积的改进在于, 三维卷积是用三维的滤波器对四维张量做卷积操作, 其滑动的方式是在深度、高度、宽度三个维度上进行滑动, 而三视图卷积是用二维的滤波器在水平面、前垂直面、侧垂直面上进行滑动, 并且还会在垂直于滑动面的方向上进行移动, 保证得到三个视图的相同大小维度的特征张量。

根据所述第三特征张量, 提取目标。所述根据所述第三特征张量提取目标, 包括:

将所述第三特征张量输入到区域候选网络, 生成多个区域候选框;

获取所述多个区域候选框与真实的目标框的重叠比例大小, 将重叠比例最高区域候选框的确定为最后目标检测的结果。

具体地, 经过了两次三视图卷积层之后, 提取到的特征输入到区域候选网络里, 用于生成多个区域候选框, 这些框标示了目标的位置和大小, 并且根据其与真实的框重叠部分的比例大小判断这些框的优劣, 分数最高即重叠比例最高的作为最后检测的结果。

本实施例, 如图 4 所示, 区域候选网络是一个编码-解码框架, 编码部分由卷积层堆叠组成, 相对的, 解码部分则由反卷积层堆叠组成。其中, Conv2D 表示 2 维卷积, Deconv2D 表示 2 维反卷积。经过两次三视图卷积层之后得到更高层次的特征, 该特征输入到区域候选网络用于生成候选框概率分数图和候选框回归图。概率分数图的数值表示候选框被选用的概率, 而回归图则用于确定候选框的大小及位置。

对于三视图卷积层提取到的特征, 该特征为 4 维张量, 将代表通道数的维度和深度的维度合成一个维度, 新的维度则作为通道数, 因此该特征调整为三维的特征。该三维特征也是多张二维特征图的叠加, 而特征图的数量就是通道数。由

于原始图片上面的物体（车，人）都有对应的 3 维框信息作为标签，目标检测任务的最终目的也是框出图片中的所有目标，因此，区域候选网络即是通过输入的这些特征图来生成目标区域的框。

本实施例，具体地，每张特征图维度为 $H' \times W'$ ，特征图经过如图 4 所示的区域候选网络，前半部分为编码部分，由二维卷积（Conv2D）组成，一步步下采样得到编码信息；后半部分为解码部分，由二维反卷积（Deconv2D）组成，将编码信息通过上采样逐步解码成更高层次的特征。该特征除了包含由编码-解码逐步提取的特征外，还包括了对编码部分第二层特征和第三层特征分别进行直接解码得到的特征。由此得到的特征张量再通过全连接层输出高度提取的特征，紧接着该特征经过两个 1×1 卷积层可分别得到概率分数图和回归图。

回归图维度为 $14 \times (H'/2) \times (W'/2)$ ，第一个维度表示目标包围框的坐标、宽度、高度等参数信息，而概率分数图维度为 $2 \times (H'/2) \times (W'/2)$ ，第一个维度表示该点在回归图上对应的点的目标包围框包含了目标的概率分数，以及包含的不是目标的概率分数。结合回归图、概率分数图就可以得到包含目标的概率分数最高的候选框，作为区域候选网络最终预测的目标包围框。

实施例二

如图 4 所示，本发明实施例一种目标检测装置，包括：

栅格特征提取器，获取图像的三维点云数据，根据所述点云数据划分栅格，并获取每个栅格对应的三维坐标，提取栅格的第一特征向量；

所述栅格特征提取器，包括：将所述点云数据划分为统一大小的栅格。

相应的，栅格特征提取器，通过定义点云的三维空间 Z、Y、X 轴上的范围为 D、H、W，栅格三个维度为 v_D, v_H, v_W ，划分三维空间为统一大小的栅格之后，

可得到 $D' = \frac{D}{v_D}, H' = \frac{H}{v_H}, W' = \frac{W}{v_W}$ ，为栅格在三坐标上的个数。

如图 6 所示，为本实施的栅格特征提取器，包括：

全连接层模块：根据栅格内点列向量生成的第一栅格矩阵，经过全连接层，生成全连接栅格特征；

相应的，每个栅格内的点经过栅格特征编码层：首先每个点是由三坐标组成的三维向量，这些向量经过全连接层，转换为进一步的特征：

$$W = \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & W_{13} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ W_{m1} & W_{m2} & W_{m3} \end{bmatrix}$$

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & \cdots & X_{2n} \\ X_{31} & \cdots & X_{3n} \end{bmatrix}$$

$$Y = W_Y X$$

其中 W_Y 为全连接层的权重矩阵, X 为栅格内点列向量组成的矩阵, $Y \in R_{m \times n}$ 为进一步的特征。

最大池化操作模块: 对所述全连接栅格特征执行最大池化操作, 提取栅格局部特征;

相应的, 再通过最大池化操作提取局部特征:

$$Y = \begin{bmatrix} y_{11} & \cdots & y_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{m1} & \cdots & y_{mn} \end{bmatrix},$$

$$Y_L = \begin{bmatrix} y_{1L} \\ \vdots \\ y_{mL} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \max(y_{11}, \dots, y_{1n}) \\ \vdots \\ \max(y_{m1}, \dots, y_{mn}) \end{bmatrix}$$

首尾连接模块, 首尾连接所述栅格局部特征、全连接栅格特征, 组成第一子特征向量;

相应地, 该局部特征 Y_L 与上一步的特征 Y 首尾连接起来, 组成特征向量:

$$Y_C = \begin{bmatrix} y_{11} & \cdots & y_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{m1} & \cdots & y_{mn} \\ y_{1L} & \cdots & y_{1L} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{mL} & \cdots & y_{mL} \end{bmatrix}$$

栅格特征生成模块, 根据第一子特征向量进一步经过所述全连接层模块、最大池化操作模块对应的全连接层以及最大池化操作, 生成所述第一特征向量。

经过栅格特征编码层之后, 特征向量 Y_C 再次经过全连接层和最大池化操作:

$$Z = W_Z Y_C = \begin{bmatrix} z_{11} & \cdots & z_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{m1} & \cdots & z_{mn} \end{bmatrix}$$

$$Z_L = \begin{bmatrix} z_{1L} \\ \vdots \\ z_{mL} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \max(z_{11}, \dots, z_{1n}) \\ \vdots \\ \max(z_{m1}, \dots, z_{mn}) \end{bmatrix}$$

如此，每个栅格都可以表示成一个 m 维向量。

生成模块，根据所述第一特征向量、所述栅格的三维坐标生成第二特征张量；所述第二特征张量为四维特征张量；

具体地，通过结合每个栅格的三维坐标信息，点云空间即表示成一个 4 维的特征张量 $T \in R^{m \times D' \times H' \times W'}$ 。

三视图卷积层，根据第二特征张量进行三视图卷积，获得三个视图的相同大小维度的第三特征张量；所述三视图包括前视图、侧视图、俯视图；

相应的，所述三视图卷积层，包括：

(1) 固定第二特征张量任意一个通道，得到三维张量 $S \in R_{D' \times H' \times W'}$ ；所述 D' ， H' ， W' 分别为栅格在三维坐标上的个数；

(2) 对应于前视图、侧视图、俯视图三视图，对前垂直面、侧垂直面、水平面，执行卷积操作：

$$s_{i,j,k}^1 = F \odot \begin{bmatrix} s_{i-1,j-1,k} & s_{i-1,j,k} & s_{i-1,j+1,k} \\ s_{i,j-1,k} & s_{i,j,k} & s_{i,j+1,k} \\ s_{i+1,j-1,k} & s_{i+1,j,k} & s_{i+1,j+1,k} \end{bmatrix}$$

其中， F 为卷积核， $s_{i,j,k}$ 为第二特征张量 S 在 (i,j,k) 位置上的元素， S^1 为卷积得到的第三特征张量， $s_{i,j,k}^1$ 为第三特征张量 S^1 在 (i,j,k) 位置上的元素， $\odot$ 表示点乘。

相应的，三视图卷积层是用作中间隐藏层，用于提取更为精细且更抽象的特征。三视图包括前视图、侧视图、俯视图，对于特征张量来讲，除去作为通道的维度，三视图卷积在其余三个维度上同时进行二维卷积核的滑动，固定特征张量 T 任意一个通道，得到一个三维张量 $S \in R^{D' \times H' \times W'}$ ，以俯视图卷积为例：

$$W = \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & W_{13} \\ W_{21} & W_{22} & W_{23} \\ W_{31} & W_{32} & W_{33} \end{bmatrix}$$

$$s_{i,j,k}^1 = W \odot \begin{bmatrix} s_{i-1,j-1,k} & s_{i-1,j,k} & s_{i-1,j+1,k} \\ s_{i,j-1,k} & s_{i,j,k} & s_{i,j+1,k} \\ s_{i+1,j-1,k} & s_{i+1,j,k} & s_{i+1,j+1,k} \end{bmatrix}$$

其中， W 为卷积核， $s_{i,j,k}$ 为特征张量 S 在 (i,j,k) 位置上的元素， S^1 为卷积得到的张量， $s_{i,j,k}^1$ 为特征张量 S^1 在 (i,j,k) 位置上的元素， $\odot$ 表示点乘。

三视图卷积各自提取到相同维度大小的特征张量 $T^1, T^2, T^3 \in R^{C \times D' \times H' \times W'}$ 然后将这三个张量在连接通道维度之后整合成一个特征张量 $T^C \in R^{3C \times D' \times H' \times W'}$

本实施，通过三视图卷积对于三维卷积的改进在于，三维卷积是用三维的滤波器对四维张量做卷积操作，其滑动的方式是在深度、高度、宽度三个维度上进行滑动，而三视图卷积是用二维的滤波器在水平面、前垂直面、侧垂直面上进行滑动，并且还会在垂直于滑动面的方向上进行移动，保证得到三个视图的相同大小维度的特征张量。

提取模块，根据所述第三特征张量，提取目标。

相应地，所述提取模块包括：区域候选模块，将所述第三特征张量输入到区域候选网络，生成多个区域候选框；目标确定模块，获取所述多个区域候选框与真实的目标框的重叠比例大小，将重叠比例最高区域候选框的确定为最后目标检测的结果。

具体地，经过了两次三视图卷积层之后，提取到的特征输入到区域候选网络里，用于生成多个区域候选框，这些框标示了目标的位置和大小，并且根据其与真实的框重叠部分的比例大小判断这些框的优劣，分数最高即重叠比例最高的作为最后检测的结果。

本实施例，区域候选网络是一个编码-解码框架，编码部分由卷积层堆叠组成，相对的，解码部分则由反卷积层堆叠组成。

如图 4 所示，区域候选网络是一个编码-解码框架，编码部分由卷积层堆叠

组成,相对的,解码部分则由反卷积层堆叠组成。其中,Conv2D表示2维卷积,Deconv2D表示2维反卷积。经过两次三视图卷积层之后得到更高层次的特征,该特征输入到区域候选网络用于生成候选框概率分数图和候选框回归图。概率分数图的数值表示候选框被选用的概率,而回归图则用于确定候选框的大小及位置。

对于三视图卷积层提取到的特征,该特征为4维张量,将代表通道数的维度和深度的维度合成一个维度,新的维度则作为通道数,因此该特征调整为三维的特征。该三维特征也是多张二维特征图的叠加,而特征图的数量就是通道数。由于原始图片上面的物体(车,人)都有对应的3维框信息作为标签,目标检测任务的最终目的也是框出图片中的所有目标,因此,区域候选网络即是通过输入的这些特征图来生成目标区域的框。

具体地,每张特征图维度为 $H' \times W'$,特征图经过如图4所示的区域候选网络,前半部分为编码部分,由二维卷积(Conv2D)组成,一步步下采样得到编码信息;后半部分为解码部分,由二维反卷积(Deconv2D)组成,将编码信息通过上采样逐步解码成更高层次的特征。该特征除了包含由编码-解码逐步提取的特征外,还包括了对编码部分第二层特征和第三层特征分别进行直接解码得到的特征。由此得到的特征张量再通过全连接层输出高度提取的特征,紧接着该特征经过两个 1×1 卷积层可分别得到概率分数图和回归图。

回归图维度为 $14 \times (H'/2) \times (W'/2)$,第一个维度表示目标包围框的坐标、宽度、高度等参数信息,而概率分数图维度为 $2 \times (H'/2) \times (W'/2)$,第一个维度表示该点在回归图上对应的点的目标包围框包含了目标的概率分数,以及包含的不是目标的概率分数。结合回归图、概率分数图就可以得到包含目标的概率分数最高的候选框,作为区域候选网络最终预测的目标包围框。

实施例三

本实施提供一种行人检测方法,所述方法应用于无人驾驶场景,所述方法包括使用上述实施例一实施的所述的目标检测方法,其中,将所述行人设定为检测目标,实现所述目标的检测实施。

实施例四

本实施提供一种行人检测系统,所述系统应用于无人驾驶场景,所述系统包

括使用上述实施例一实施的所述的目标检测装置，其中，将所述行人设定为检测目标，实现所述目标的检测实施。

本发明上述实施例实施的目标检测方法、装置以及行人检测方法、系统，通过将点云所在的三维空间分割成一个个的栅格，再将每个栅格里的点通过栅格特征提取器，整合成一个特征向量，紧接着结合这些栅格的三维坐标信息，将一幅图的点云数据融合成一个四维的第二特征张量；其中栅格里的点整合成的特征向量的维度作为通道处理。在处理第二特征张量时，本发明提出了一种三视图卷积层实现对应于前视图、侧视图、俯视图三视图，对前垂直面、侧垂直面、水平面，执行卷积操作的方法，其能提取到更为精细的目标形状信息，从而实现更精确的目标提取。

本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法携带的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件完成，所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中，该程序在执行时，包括方法实施例的步骤之一或其组合。

另外，在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理模块中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能模块的形式实现。所述集成的模块如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用，也可以存储在一个计算机可读取存储介质中。

本领域内的技术人员应明白，本发明的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本发明可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本发明可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器和光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

显然，本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样，倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内，则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

权利要求书

1、一种目标检测方法，其特征在于，包括：

获取图像的三维点云数据，根据所述点云数据划分栅格，并获取每个栅格对应的三维坐标，提取栅格的第一特征向量；

根据所述第一特征向量、所述栅格的三维坐标生成第二特征张量；

根据第二特征张量进行三视图卷积，获得三个视图的相同大小维度的第三特征张量；所述三视图包括前视图、侧视图、俯视图；

根据所述第三特征张量，提取目标。

2、根据权利要求1所述的目标检测方法，其特征在于，所述提取栅格的第一特征向量，包括：

(1) 全连接层：根据栅格内点列向量生成的第一栅格矩阵，经过全连接层，生成全连接栅格特征；

(2) 最大池化操作：对所述全连接栅格特征执行最大池化操作，提取栅格局部特征；

(3) 首尾连接所述栅格局部特征、全连接栅格特征，组成第一子特征向量；

(4) 根据第一子特征向量进一步经过步骤(1)、(2)对应的全连接层以及最大池化操作，生成所述第一特征向量。

3、根据权利要求1所述的目标检测方法，其特征在于，所述第二特征张量为四维特征张量；

所述根据所述点云数据划分栅格，包括：所述点云数据划分为统一大小的栅格。

4、根据权利要求1所述的目标检测方法，其特征在于，根据第二特征张量进行三视图卷积，获得三个视图的相同大小维度的第三特征张量，包括：

(1) 固定第二特征张量任意一个通道，得到三维张量 $S \in \mathbb{R}_{D' \times H' \times W'}$ ；所述 D' ， H' ， W' 分别为栅格在三维坐标上的个数；

(2) 对应于前视图、侧视图、俯视图三视图，对前垂直面、侧垂直面、水平面，执行卷积操作：

$$s_{i,j,k}^1 = F \odot \begin{bmatrix} s_{i-1,j-1,k} & s_{i-1,j,k} & s_{i-1,j+1,k} \\ s_{i,j-1,k} & s_{i,j,k} & s_{i,j+1,k} \\ s_{i+1,j-1,k} & s_{i+1,j,k} & s_{i+1,j+1,k} \end{bmatrix}$$

其中， F 为卷积核， $s_{i,j,k}$ 为第二特征张量 S 在 (i,j,k) 位置上的元素， s^1 为卷积得到

的第三特征张量, $s_{l,j,k}^1$ 为第三特征张量 S^1 在 (l,j,k) 位置上的元素, $\odot$ 表示点乘。

5、根据权利要求 4 所述的目标检测方法, 其特征在于, 所述根据所述第三特征张量提取目标, 包括:

将所述第三特征张量输入到区域候选网络, 生成多个区域候选框;

获取所述多个区域候选框与真实的目标框的重叠比例大小, 将重叠比例最高区域候选框的确定为最后目标检测的结果。

6、一种目标检测装置, 其特征在于, 包括:

栅格特征提取器, 获取图像的三维点云数据, 根据所述点云数据划分栅格, 并获取每个栅格对应的三维坐标, 提取栅格的第一特征向量;

生成模块, 根据所述第一特征向量、所述栅格的三维坐标生成第二特征张量;

三视图卷积层, 根据第二特征张量进行三视图卷积, 获得三个视图的相同大小维度的第三特征张量; 所述三视图包括前视图、侧视图、俯视图;

提取模块, 根据所述第三特征张量, 提取目标。

7、根据权利要求 6 所述的目标检测装置, 其特征在于, 所述栅格特征提取器, 包括:

全连接层模块: 根据栅格内点列向量生成的第一栅格矩阵, 经过全连接层, 生成全连接栅格特征;

最大池化操作模块: 对所述全连接栅格特征执行最大池化操作, 提取栅格局部特征;

首尾连接模块, 首尾连接所述栅格局部特征、全连接栅格特征, 组成第一子特征向量;

栅格特征生成模块, 根据第一子特征向量进一步经过所述全连接层模块、最大池化操作模块对应的全连接层以及最大池化操作, 生成所述第一特征向量。

8、根据权利要求 6 所述的目标检测装置, 其特征在于, 所述第二特征张量为四维特征张量;

所述栅格特征提取器, 包括: 将所述点云数据划分为统一大小的栅格。

9、根据权利要求 6 所述的目标检测装置, 其特征在于, 所述三视图卷积层包括:

(1) 固定第二特征张量任意一个通道, 得到三维张量 $S \in R_{D' \times H' \times W'}$; 所述 D' , H' ,

W' 分别为栅格在三维坐标上的个数；

(2) 对应于前视图、侧视图、俯视图三视图，对前垂直面、侧垂直面、水平面，执行卷积操作：

$$s_{i,j,k}^1 = F \odot \begin{bmatrix} s_{i-1,j-1,k} & s_{i-1,j,k} & s_{i-1,j+1,k} \\ s_{i,j-1,k} & s_{i,j,k} & s_{i,j+1,k} \\ s_{i+1,j-1,k} & s_{i+1,j,k} & s_{i+1,j+1,k} \end{bmatrix}$$

其中， F 为卷积核， $s_{i,j,k}$ 为第二特征张量 S 在 (i,j,k) 位置上的元素， s^1 为卷积得到的第三特征张量， $s_{i,j,k}^1$ 为第三特征张量 S^1 在 (i,j,k) 位置上的元素， $\odot$ 表示点乘。

10、根据权利要求 9 所述的目标检测装置，其特征在于，所述提取模块包括：区域候选模块，将所述第三特征张量输入到区域候选网络，生成多个区域候选框；目标确定模块，获取所述多个区域候选框与真实的目标框的重叠比例大小，将重叠比例最高区域候选框的确定为最后目标检测的结果。

11、一种行人检测方法，所述方法应用于无人驾驶场景，其特征在于，所述方法包括权利要求 1-5 任意一项所述的目标检测方法，所述行人设定为检测目标。

12、一种行人检测系统，所述系统应用于无人驾驶场景，其特征在于，所述系统包括权利要求 6-10 任意一项所述的目标检测装置，所述行人设定为检测目标。

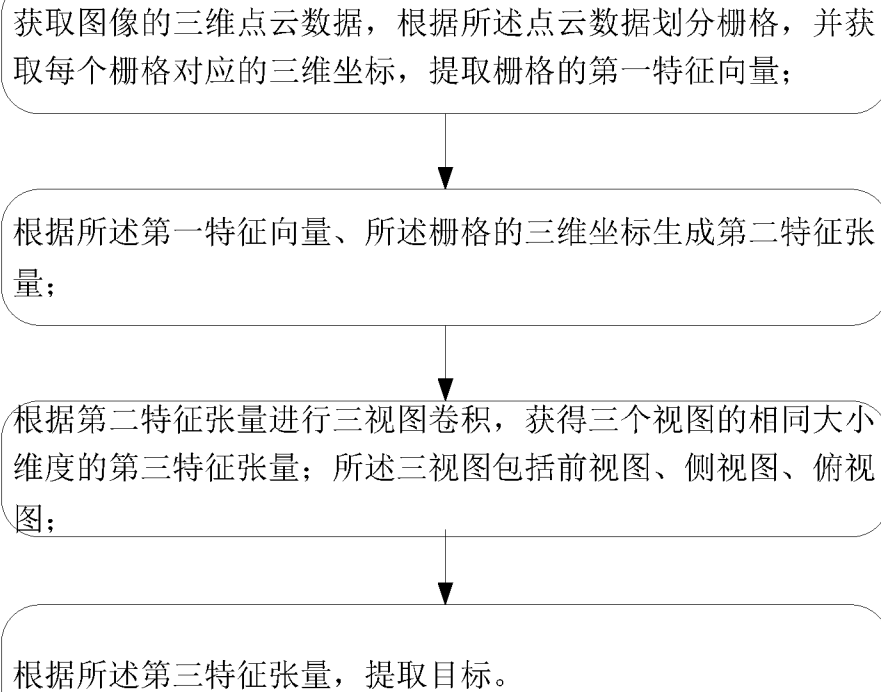


图 1

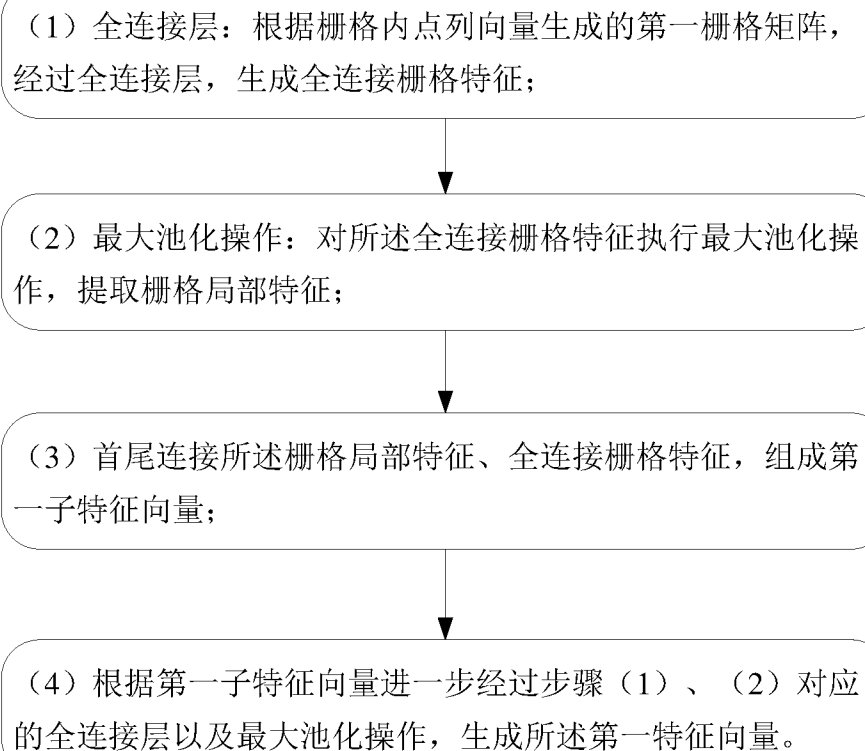


图 2

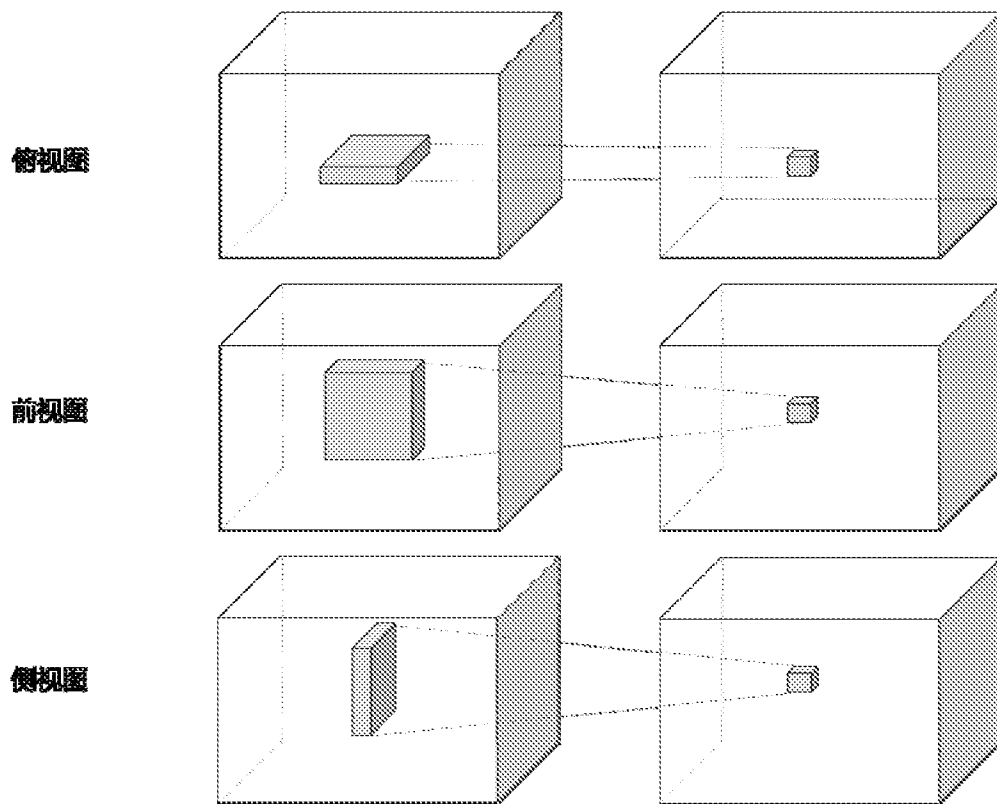


图 3

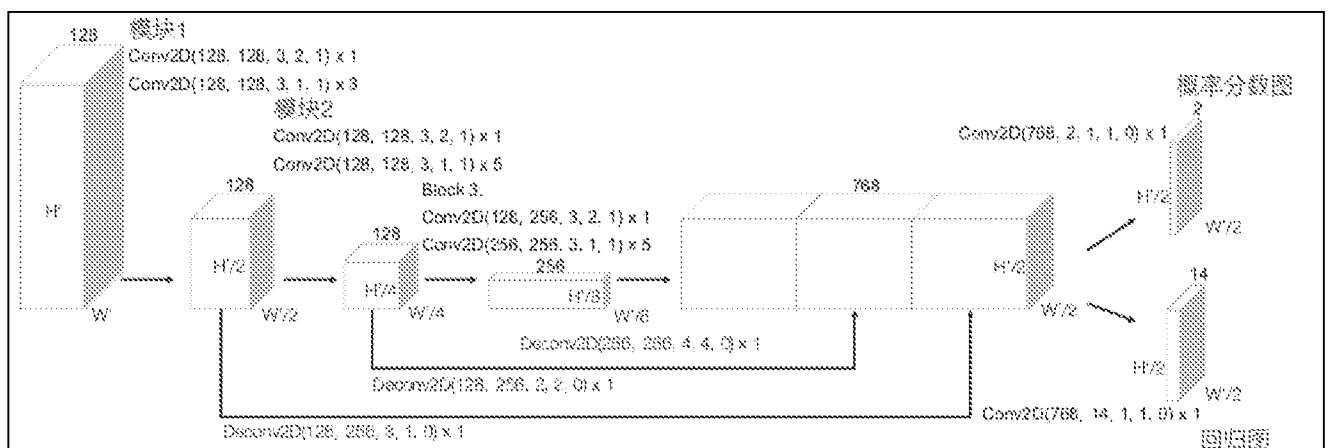


图 4

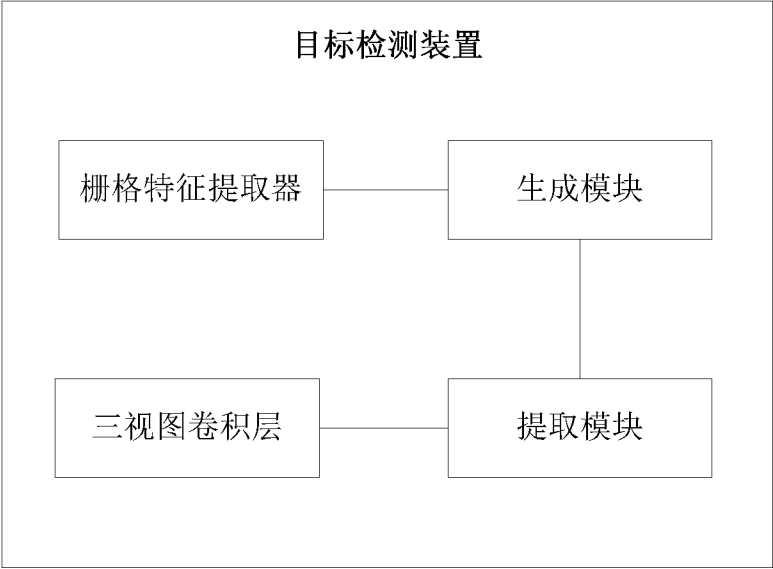


图 5

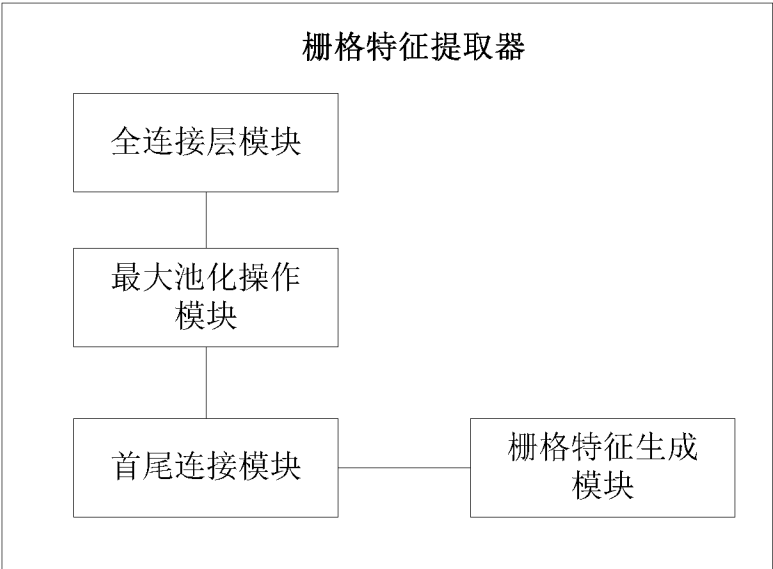


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/124189

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06K 9/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; VEN; USTXT; EPTXT; WOTXT; CNKI: 点云, 卷积, 栅格, 张量, 三视图, 多视图, 前视图, 俯视图, 侧视图, 池化, point cloud, convolution, grid, tensor, three view, multi view, front view, top view, side view, pooling

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109753885 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 14 May 2019 (2019-05-14) entire document	1-12
A	CN 104298971 A (BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 21 January 2015 (2015-01-21) description, paragraphs 47-96, figures 1-4	1-12
A	CN 108596961 A (ZHEJIANG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 28 September 2018 (2018-09-28) description, paragraphs 29-43, figure 1	1-12
A	CN 108764024 A (PING AN TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.) 06 November 2018 (2018-11-06) entire document	1-12
A	WO 2018055377 A1 (OXFORD UNIVERSITY INNOVATION LTD) 29 March 2018 (2018-03-29) entire document	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

01 March 2020

Date of mailing of the international search report

12 March 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/124189

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109753885	A	14 May 2019	None			
CN	104298971	A	21 January 2015	CN	104298971	B	19 September 2017
CN	108596961	A	28 September 2018	None			
CN	108764024	A	06 November 2018	WO	2019196308	A1	17 October 2019
WO	2018055377	A1	29 March 2018	GB	2545602	A	21 June 2017
				EP	3516587	A1	31 July 2019
				US	2020019794	A1	16 January 2020
				GB	2545602	B	09 May 2018

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/124189

A. 主题的分类 G06K 9/00 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																				
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) G06K 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNABS; CNTXT; VEN; USTXT; EPTXT; WOTXT; CNKI: 点云, 卷积, 栅格, 张量, 三视图, 多视图, 前视图, 俯视图, 侧视图, 池化, point cloud, convolution, grid, tensor, three view, multi view, front view, top view, side view, pooling																				
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109753885 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2019年 5月 14日 (2019 - 05 - 14) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104298971 A (北京理工大学) 2015年 1月 21日 (2015 - 01 - 21) 说明书第47-96段, 图1-4</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108596961 A (浙江工业大学) 2018年 9月 28日 (2018 - 09 - 28) 说明书第29-43段, 图1</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108764024 A (平安科技深圳有限公司) 2018年 11月 6日 (2018 - 11 - 06) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2018055377 A1 (OXFORD UNIVERSITY INNOVATION LTD) 2018年 3月 29日 (2018 - 03 - 29) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 109753885 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2019年 5月 14日 (2019 - 05 - 14) 全文	1-12	A	CN 104298971 A (北京理工大学) 2015年 1月 21日 (2015 - 01 - 21) 说明书第47-96段, 图1-4	1-12	A	CN 108596961 A (浙江工业大学) 2018年 9月 28日 (2018 - 09 - 28) 说明书第29-43段, 图1	1-12	A	CN 108764024 A (平安科技深圳有限公司) 2018年 11月 6日 (2018 - 11 - 06) 全文	1-12	A	WO 2018055377 A1 (OXFORD UNIVERSITY INNOVATION LTD) 2018年 3月 29日 (2018 - 03 - 29) 全文	1-12
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
PX	CN 109753885 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2019年 5月 14日 (2019 - 05 - 14) 全文	1-12																		
A	CN 104298971 A (北京理工大学) 2015年 1月 21日 (2015 - 01 - 21) 说明书第47-96段, 图1-4	1-12																		
A	CN 108596961 A (浙江工业大学) 2018年 9月 28日 (2018 - 09 - 28) 说明书第29-43段, 图1	1-12																		
A	CN 108764024 A (平安科技深圳有限公司) 2018年 11月 6日 (2018 - 11 - 06) 全文	1-12																		
A	WO 2018055377 A1 (OXFORD UNIVERSITY INNOVATION LTD) 2018年 3月 29日 (2018 - 03 - 29) 全文	1-12																		
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																				
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 </td> <td> “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件 </td> </tr> </table>			* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																			
国际检索实际完成的日期 2020年 3月 1日		国际检索报告邮寄日期 2020年 3月 12日																		
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 马婷婷 电话号码 86-(20)-28958507																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/124189

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	109753885	A	2019年 5月 14日	无			
CN	104298971	A	2015年 1月 21日	CN	104298971	B	2017年 9月 19日
CN	108596961	A	2018年 9月 28日	无			
CN	108764024	A	2018年 11月 6日	WO	2019196308	A1	2019年 10月 17日
WO	2018055377	A1	2018年 3月 29日	GB	2545602	A	2017年 6月 21日
				EP	3516587	A1	2019年 7月 31日
				US	2020019794	A1	2020年 1月 16日
				GB	2545602	B	2018年 5月 9日