

(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 5 月 14 日 (14.05.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/093630 A1

(51) 国际专利分类号:
G01C 1/04 (2006.01) *H01Q 1/12* (2006.01)
G01C 9/00 (2006.01) *G06T 7/73* (2017.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/076718

(22) 国际申请日: 2019 年 3 月 1 日 (01.03.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811338415.4 2018年11月9日 (09.11.2018) CN

(71) 申请人: 五邑大学(WUYI UNIVERSITY) [CN/CN];
中国广东省江门市蓬江区东成村 22 号,
Guangdong 529000 (CN)。

(72) 发明人: 翟懿奎(ZHAI, Yikui); 中国广东省江门市蓬江区东成村22号, Guangdong 529000 (CN)。
周集华(ZHOU, Jihua); 中国广东省江门市蓬江区东成村22号, Guangdong 529000 (CN)。
伍月婷(WU, Yueting); 中国广东省江门市蓬江区东成村22号, Guangdong 529000 (CN)。
郑煜(ZHENG, Yu); 中国广东省江门市蓬江区东成村22号, Guangdong 529000 (CN)。
徐颖(XU, Ying); 中国广东省江门市蓬江区东成村22号, Guangdong 529000 (CN)。
甘俊英(GAN, Junying); 中国广东省江门市蓬江区东成村22号, Guangdong 529000 (CN)。
曾军英(ZENG, Junying); 中国广东省江门市蓬江区东成村22号, Guangdong 529000 (CN)。
邓文博(DENG, Wenbo); 中国广东省江门市蓬江区东成村22号, Guangdong 529000 (CN)。
柯

(54) **Title:** ANTENNA DOWNWARD INCLINATION ANGLE MEASUREMENT METHOD BASED ON MULTI-SCALE DEEP SEMANTIC SEGMENTATION NETWORK

(54) 发明名称: 一种基于多尺度深度语义分割网络的天线下倾角测量方法

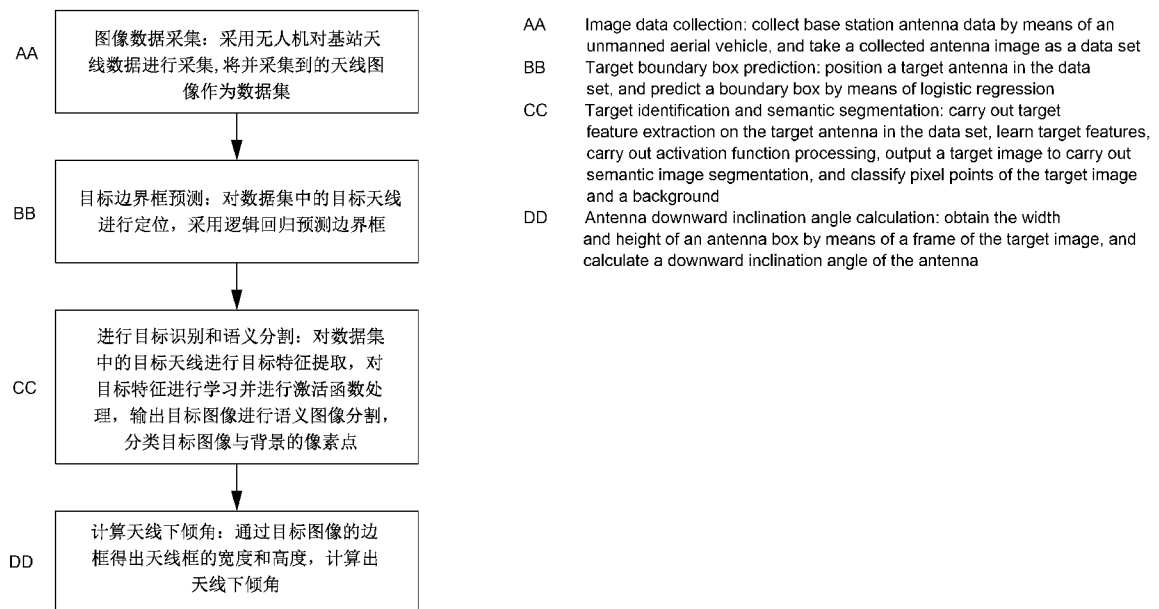


图2

(57) **Abstract:** Disclosed is an antenna downward inclination angle measurement method based on a multi-scale deep semantic segmentation network. Base station antenna data is collected by means of an unmanned aerial vehicle, an acquired antenna image is marked by using a marking tool, and a data set is created; the data set is invoked to perform training and debug a model; and a target antenna is identified and detected, semantic segmentation is carried out on an output image, a final segmented target image is finally obtained, and a downward inclination angle of the target image is then calculated. The present invention has high applicability and a low cost

琪锐(KE, Qirui); 中国广东省江门市蓬江区东成村22号, Guangdong 529000 (CN)。

(74) 代理人: 广州嘉权专利商标事务所有限公司(JIAQUAN IP LAW FIRM); 中国广东省广州市天河区黄埔大道西100号富力盈泰广场A栋910郑勇, Guangdong 510627 (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, 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)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

and is secure.

(57) 摘要: 本发明公开了一种基于多尺度深度语义分割网络的天线下倾角测量方法, 采用无人机对基站天线数据进行采集, 使用标注工具对获取到的天线图像进行标注, 制作数据集; 调用数据集进行训练并对模型进行调试; 识别检测目标天线, 将输出图像进行语义分割, 最后获得最终分割的目标图像, 再对目标图像下倾角进行计算, 适用性高, 成本低, 安全。

一种基于多尺度深度语义分割网络的天线下倾角测量方法

技术领域

本发明涉及移动通信领域，特别是一种基于多尺度深度语义分割网络的天线下倾角测量方法。

背景技术

如今为网络讯息时代，移动通信网络质量更是极为重要；在 GSM-R 建设及规划中，如图 1 所示，天线的方位角和下倾角影响着信号的覆盖范围以及信号之间的干扰，需要及时对天线进行严格的计算调整，进而提高网络信号的质量。

传统的测量天线下倾角方法可分为两种：一、人工攀爬至天线基站上，用测量仪（罗盘、坡度仪等）进行测量；二、在天线上安装角度传感器，回传数据。天线易受大风、大雪等其它因素的影响，导致下倾角改变，故需要定期的对其进行测量。而对于方法一，由于基站的高度较高，天线数量基数较大，其人工的安全隐患、工作量都较大，实用性较低；对于方法二，安装耗时较长，天线的型号也不尽相同，故在仪器的安装上成本较高，实用性不高。以上两种方法都消耗大量的人力物力，不适合如今大规模的测量。

发明内容

为解决上述问题，本发明的目的在于提供一种基于多尺度深度语义分割网络的天线下倾角测量方法，基于无人机为载体，调用目标检测算法和语义分割算法对移动基站天线下倾角进行测量的方法，适用性高，成本低，安全。

本发明解决其问题所采用的技术方案是：

一种基于多尺度深度语义分割网络的天线下倾角测量方法，包括以下步骤：

图像数据采集：采用无人机对基站天线数据进行采集，将并采集到的天线图像作为数据集；

目标边界框预测：对数据集中的目标天线进行定位，采用逻辑回归预测边界框；

进行目标识别和语义分割：对数据集中的目标天线进行目标特征提取，对目标特征进行学习并进行激活函数处理，输出目标图像进行语义图像分割，分类目标图像与背景的像素点；

计算天线下倾角：通过目标图像的边框得出天线框的宽度和高度，计算出天线下倾角。

进一步，所述图像数据采集，包括：

使无人机位于基站天线的抱杆顶端，记录抱杆竖直方向上的经纬度(L_0, W_0)；对基站天线进行绕点飞行，设置其飞行半径，无人机绕抱杆沿着半径在同一水平面上移动获取移动基站天线不同姿态和角度的天线图像作为数据集。

进一步，所述目标边界框预测，包括

对天线图像中的目标天线进行定位,使用逻辑回归预测边界框,先将整张天线图像划分成 $N*N$ 个网格,在天线图像输入后对整张天线图像进行预测,一次性扫描每个网格,定位到目标天线所在网格中心时,开始对目标天线进行预测,每个边界框预测 4 个坐标值为: t_x, t_y, t_w, t_h , 每个目标单元格的左上角偏移量为 (c_x, c_y) , 边界框的框高分别为 p_x, p_y , 则网络对其预测值为:

$$b_x = \sigma(t_x) + c_x \quad (1)$$

$$b_y = \sigma(t_y) + c_y \quad (2)$$

$$b_w = p_w e^{t_w} \quad (3)$$

$$b_h = p_h e^{t_h} \quad (4)$$

输入的天线图像被分为 $N*N$ 网格,每个网格包括 5 个预测量: $(x, y, w, h, \text{confidence})$ 和一个 c 类,所以网络输出是 $S*S*(5*B+C)$ 大小; B 为每个网格中边界框数量, C 对于本发明为类别只有天线,故为 1. confidence 代表了所预测的网格中含有目标天线的置信度和边界框的预测精度两个信息:

$$\text{confidence} = \Pr(\text{object}) * IOU_{pred}^{truth} \quad (5)$$

设定阈值为 0.5, 当 $\Pr(\text{Object})=1$; 目标天线落在格子中心,即当前预测的边界框与实际的背景框对象重合较之前更好;若预测边界框非当前最佳,阈值 < 0.5 时,便不对其进行预测边界框,判定目标天线没有落在网格中。

进一步,所述进行目标识别和语义分割,包括:

采用特征提取的网络卷积层进行目标识别:输入天线图像像素 $416*416$, 通道数为 3, 32 层卷积核,每个核大小 $3*3$, 32 层的卷积核,用于学习 32 种特征图,对于目标天线的颜色的差异利用不同的卷积核对目标天线特征进行学习;在特征提取时进行卷积层上采样,物体类别的预测公式如下:

$$\Pr(\text{Class}_i | \text{object}) * \Pr(\text{object}) * \Pr(\text{object}) * IOU_{pred}^{truth} = \Pr(\text{object}) * IOU_{pred}^{truth} \quad (6)$$

其中 $\Pr(\text{Class}_i | \text{object})$ 为物体类别可能性;

然后采用逻辑回归层运用激活函数:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (7)$$

使得预测目标输出范围在 0 到 1 之间。天线图像经过特征提取后经过激活函数处理,当输出的值大于 0.5 时,便判断该目标为天线;

然后使用深度卷积网络对天线图像进行语义图像分割,分类目标图像与背景的像素点:

对目标图像进行输入后先经过带孔卷积网络的特征提取;输入特征图像后对空洞卷积进行计算:

$$y[i] = \sum_k x[i + r * k] * w[k] \quad (8)$$

对于二维信号，每个位置 i 对应输出为 y ，滤波器 w ，迂回速率 r 为输入信号进行采样的步长。

输入图像经过卷积网络处理输出后，采用全连接条件随机场对输出的目标图像的像素点进行分类处理，主要是对目标图像与背景边界的分类。

进一步，所述计算天线倾角，包括：

通过目标图像的边框得出天线框的宽度 x 和高度 y ，运用几何关系对基站天线倾角进行计算，基站天线倾角为基站天线和垂直面的夹角 θ ，

$$\theta = \arctan \frac{x}{y} \quad (12)$$

本发明的有益效果是：本发明采用的一种基于多尺度深度语义分割网络的天线倾角测量方法，基于无人机为载体，调用目标检测算法和语义分割算法对移动基站天线倾角进行测量的方法，适用性高，成本低，安全。

附图说明

下面结合附图和实例对本发明作进一步说明。

图 1 是基站天线倾角的示意图；

图 2 是本发明一个实施例提供的一种基于多尺度深度语义分割网络的天线倾角测量方法的流程图；

图 3 是本发明一个实施例提供的一种基于多尺度深度语义分割网络的天线倾角测量方法的边框预测示意图；

图 4 是本发明一个实施例提供的一种基于多尺度深度语义分割网络的天线倾角测量方法的网络结构示意图；

图 5 是本发明一个实施例提供的一种基于多尺度深度语义分割网络的天线倾角测量方法的瓶颈块示意图；

图 6 是本发明一个实施例提供的一种基于多尺度深度语义分割网络的天线倾角测量方法的标准卷积示意图；

图 7 是本发明一个实施例提供的一种基于多尺度深度语义分割网络的天线倾角测量方法的高分辨率特征提取示意图；

图 8 是本发明一个实施例提供的一种基于多尺度深度语义分割网络的天线倾角测量方法的一维低分辨率特征提取示意图；

图 9 是本发明一个实施例提供的一种基于多尺度深度语义分割网络的天线倾角测量方法

的空洞卷积示意图;

图 10 是本发明一个实施例提供的一种基于多尺度深度语义分割网络的天线倾角测量方法的随机场视图。

具体实施方式

参照图 2, 本发明的一个实施例提供了一种基于多尺度深度语义分割网络的天线倾角测量方法, 包括以下步骤:

图像数据采集: 采用无人机对基站天线数据进行采集, 将并采集到的天线图像作为数据集;

目标边界框预测: 对数据集中的目标天线进行定位, 采用逻辑回归预测边界框;

进行目标识别和语义分割: 对数据集中的目标天线进行目标特征提取, 对目标特征进行学习并进行激活函数处理, 输出目标图像进行语义图像分割, 分类目标图像与背景的像素点;

计算天线倾角: 通过目标图像的边框得出天线框的宽度和高度, 计算出天线倾角。

在本实施例中, 基于无人机为载体, 调用目标检测算法和语义分割算法对移动基站天线倾角进行测量的方法, 适用性高, 成本低, 安全。

进一步地, 所述图像数据采集, 包括:

使用无人机对基站天线数据进行采集, 具体操作为: 使无人机位于基站天线的抱杆顶端, 记录抱杆竖直方向上的经纬度(L_0, W_0); 对基站天线进行绕点飞行, 设置其飞行半径, 无人机绕抱杆沿着半径在同一水平面上移动获取移动基站天线不同姿态和角度的天线图像作为数据集。

进一步地, 所述目标边界框预测, 包括

对天线图像中的目标天线进行定位, 使用逻辑回归预测边界框, 先将整张天线图像划分成 $N*N$ 个网格, 在天线图像输入后对整张天线图像进行预测, 一次性扫描每个网格, 定位到目标天线所在网格中心时, 开始对目标天线进行预测, 每个边界框预测 4 个坐标值为: t_x, t_y, t_w, t_h , 每个目标单元格的左上角偏移量为 (c_x, c_y) , 边界框的框高分别为 p_x, p_y , 边框预测参照图 3 所示, 则网络对其预测值为:

$$b_x = \sigma(t_x) + c_x \quad (1)$$

$$b_y = \sigma(t_y) + c_y \quad (2)$$

$$b_w = p_w e^{t_w} \quad (3)$$

$$b_h = p_h e^{t_h} \quad (4)$$

输入的天线图像被分为 $N*N$ 网格, 每个网格包括 5 个预测量: $(x, y, w, h, confidence)$ 和一个 c 类, 所以网络输出是 $S*S*(5*B+C)$ 大小; B 为每个网格中边界框数量, C 对于本发明为类别只有天线, 故为 1. $confidence$ 代表了所预测的网格中含有目标天线的置信度和边界框的预测精度两个信息:

$$confidence = Pr(object) * IOU_{prd}^{truth} \quad (5)$$

设定阈值为 0.5, 当 $\Pr(\text{Object})=1$; 目标天线落在格子中心, 即当前预测的边界框与实际的背景框对象重合较之前更好; 若预测边界框非当前最佳, 阈值 <0.5 时, 便不对其进行预测边界框, 判定目标天线没有落在网格中。

在目标的精准性上, 运用多尺度预测。不需要固定输入图像的大小, 从而可以在不同尺寸的特征图上用不同的步长进行检测。对目标天线使用三个不同检测层对天线图像进行检测, 通过控制步长来实现不同的检测层。对第一个检测层采用下采样, 使用步长为 32, 从而降低特征维度, 为了与前一个相同特征图连接, 再对该层进行上采样, 此时可得到高的分辨率; 第二使用步长为 16 的检测层, 其余的特征处理与第一层一致; 在第三层则将步长设置为 8, 对其进行特征预测, 最后可得对目标天线的检测精确度更大。

进一步地, 所述进行目标识别和语义分割, 包括:

目标识别:

采用特征提取的网络卷积层进行目标识别: 输入天线图像像素 416×416 , 通道数为 3, 32 层卷积核, 每个核大小 3×3 , 32 层的卷积核, 用于学习 32 种特征图, 对于目标天线的颜色的差异利用不同的卷积核对目标天线特征进行学习; 在特征提取时为了降低特征图的维度, 进行卷积层上采样, 物体类别的预测公式如下:

$$\Pr(\text{Class}_i | \text{object}) * \Pr(\text{object}) * \Pr(\text{object}) * \text{IOU}_{pred}^{\text{truth}} = \Pr(\text{object}) * \text{IOU}_{pred}^{\text{truth}} \quad (6)$$

其中 $\Pr(\text{Class}_i | \text{object})$ 为物体类别可能性;

然后, 为了更加准确对目标天线进行识别, 采用逻辑回归层运用激活函数:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (7)$$

使得预测目标输出范围在 0 到 1 之间。天线图像经过特征提取后经过激活函数处理, 当输出的值大于 0.5 时, 便判断该目标为天线;

在网络层结构中, 0-74 层, 其中有 53 个卷积层, 22 个残差层网络。75-105 为神经卷积网络的特征交互层, 其可分为三个尺度, 以卷积核方式实现局部特征交互, 其网络结构如图 4 所示。

在数据集的制作上, 只对天线进行检测, 因此类别为 1。因此在训练时, 最后一个卷积层的输出: $3 * (1+4+1) = 18$ 。

语义分割:

使用深度卷积网络对天线图像进行语义图像分割, 分类目标图像与背景的像素点:

对目标图像进行输入后先经过带孔卷积网络的特征提取; 由于其测得边界精度不够高, 使得目标图像像素不得与背景像素较好的分离, 通过完全连接的条件随机场与之相结合来提高图像边界的像素分类, 从而使得分割效果更佳。

先使用带孔卷积网络对其进行特征提取。对于网络卷积层对特征的提取可分为两种情况: 低分辨率的输入图像使用标准卷积层对其进行特征提取, 参照图 6。高分辨率的输入图像利用速率为 2 的迂回卷积进行密集特征提取, 参照图 7, 并且设置其步长为 2, 从而降低特征维度。在该卷积网络层设置其卷积核为 3, 步幅为 1, 步长为 1。图 8 为一维低分辨率的特征图提取示意图, 图 9 为空洞卷积示意图。

对于串行模块和空间金字塔池化层模块的网络结构中, 带孔卷积可以有效增加滤波器的感受野, 整合多尺度信息。输入特征图像后对空洞卷积进行计算:

$$y[i] = \sum_k x[i + r * k] * w[k] \quad (8)$$

对于二维信号，每个位置 i 对应输出为 y ，滤波器 w ，迂回速率 r 为输入信号进行采样的步长，可以提高滤波器的感受野，带孔卷积对于卷积核有着扩大的效果。在特征网络的提取上，使用了多尺度特征学习的残差模块，而在本发明中运用的为瓶颈块，在瓶颈块中每个卷积都经过归一化和激活函数的处理。从而使得上下文的语境信息更加丰富，瓶颈块如图 5。

输入图像经过卷积网络处理输出后，采用全连接条件随机场对输出的目标图像的像素点进行分类处理，主要是对目标图像与背景边界的分类。

随机场视图如图 10。每个圆圈代表像素点， x_i （白色圆圈）为受标签的像素点（节点），两两相连的为像素的边， y_i （黑色圆圈）为 x_i 的参考值，所标签的像素点的分类则通过参考值 y_i 来判定。由吉布斯分布函数：

$$P(Y = y | I) = \frac{1}{Z(I)} \exp(-E(y | I)) \quad (9)$$

其中 y 为像素点 x_i 的参考值， $E(y | I)$ 为能量函数。

$$E(y | I) = \sum_i \Psi_u(y_i) + \sum_{i < j} \Psi_p(y_i, y_j) \quad (10)$$

通过带孔卷积网络输出的图像函数为一元势函数： $\sum_i \Psi_u(y_i)$ 。其中二元势函数为

$$\Psi_p(y_i, y_j) = u(y_i, y_j) \sum_{m=1}^M w^{(m)}_k k_G^{(m)}(f_i, f_j) \quad (11)$$

该函数处理像素点之间的关系，将像同样的素点赋予相同的符号。一元势函数函数提取不同特征图的一个节点的特征向量，二元函数便将一元势函数所提取的节点相连接，对其边进行学习，将所有的节点连接起来便为全连接层条件随机场，函数最终输出的图像更加精准。

进一步，所述计算天线倾角，包括：

通过目标图像的边框得出天线框的宽度 x 和高度 y ，运用几何关系对基站天线倾角进行计算，基站天线倾角为基站天线和垂直面的夹角 θ ，

$$\theta = \arctan \frac{x}{y} \quad (12)$$

以上所述，只是本发明的较佳实施例而已，本发明并不局限于上述实施方式，只要其以相同的手段达到本发明的技术效果，都应属于本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

1. 一种基于多尺度深度语义分割网络的天线下倾角测量方法，其特征在于，包括以下步骤：
 图像数据采集：采用无人机对基站天线数据进行采集，将并采集到的天线图像作为数据集；
 目标边界框预测：对数据集中的目标天线进行定位，采用逻辑回归预测边界框；
 进行目标识别和语义分割：对数据集中的目标天线进行目标特征提取，对目标特征进行学习并进行激活函数处理，输出目标图像进行语义图像分割，分类目标图像与背景的像素点；
 计算天线下倾角：通过目标图像的边框得出天线框的宽度和高度，计算出天线下倾角。
2. 根据权利要求 1 所述的一种基于多尺度深度语义分割网络的天线下倾角测量方法，其特征在于，所述图像数据采集，包括：

使无人机位于基站天线的抱杆顶端，记录抱杆竖直方向上的经纬度(L_0, W_0)；对基站天线进行绕点飞行，设置其飞行半径，无人机绕抱杆沿着半径在同一水平面上移动获取移动基站天线不同姿态和角度的天线图像作为数据集。

3. 根据权利要求 2 所述的一种基于多尺度深度语义分割网络的天线下倾角测量方法，其特征在于，所述目标边界框预测，包括

对天线图像中的目标天线进行定位，使用逻辑回归预测边界框，先将整张天线图像划分成 $N*N$ 个网格，在天线图像输入后对整张天线图像进行预测，一次性扫描每个网格，定位到目标天线所在网格中心时，开始对目标天线进行预测，每个边界框预测 4 个坐标值为： $t_x, t_y, t_w,$

t_h ，每个目标单元格的左上角偏移量为(c_x, c_y)，边界框的框高分别为 p_x, p_y ，则网络对其预测值为：

$$b_x = \sigma(t_x) + c_x \quad (1)$$

$$b_y = \sigma(t_y) + c_y \quad (2)$$

$$b_w = p_w e^{t_w} \quad (3)$$

$$b_h = p_h e^{t_h} \quad (4)$$

输入的天线图像被分为 $N*N$ 网格，每个网格包括 5 个预测量： $(x, y, w, h, \text{confidence})$ 和一个 c 类，所以网络输出是 $S*S*(5*B+C)$ 大小； B 为每个网格中边界框数量， C 对于本发明为类别只有天线，故为 1。 confidence 代表了所预测的网格中含有目标天线的置信度和边界框的预测精度两个信息：

$$\text{confidence} = \text{Pr}(\text{object}) * \text{IOU}_{\text{prd}}^{\text{truth}} \quad (5)$$

设定阈值为 0.5，当 $\text{Pr}(\text{Object})=1$ ；目标天线落在格子中心，即当前预测的边界框与实际的背景框对象重合较之前更好；若预测边界框非当前最佳，阈值 <0.5 时，便不对其进行预测边界框，判定目标天线没有落在网格中。

4. 根据权利要求 3 所述的一种基于多尺度深度语义分割网络的天线下倾角测量方法，其特征在于，所述进行目标识别和语义分割，包括：

采用特征提取的网络卷积层进行目标识别：输入天线图像像素 $416*416$ ，通道数为 3，32 层卷积核，每个核大小 $3*3$ ，32 层的卷积核，用于学习 32 种特征图，对于目标天线的颜色的差异利用不同的卷积核对目标天线特征进行学习；在特征提取时进行卷积层上采样，物体类别

的预测公式如下:

$$Pr(Class_i | object) * Pr(object) * Pr(object) * IOU_{pred}^{truth} = Pr(object) * IOU_{pred}^{truth} \quad (6)$$

其中 $Pr(Class_i | object)$ 为物体类别可能性;

然后采用逻辑回归层运用激活函数:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (7)$$

使得预测目标输出范围在 0 到 1 之间。天线图像经过特征提取后经过激活函数处理,当输出的值大于 0.5 时,便判断该目标为天线;

然后使用深度卷积网络对天线图像进行语义图像分割,分类目标图像与背景的像素点:

对目标图像进行输入后先经过带孔卷积网络的特征提取;输入特征图像后对空洞卷积进行计算:

$$y[i] = \sum_k x[i + r * k] * w[k] \quad (8)$$

对于二维信号,每个位置 i 对应输出为 y ,滤波器 w ,迂回速率 r 为输入信号进行采样的步长。

输入图像经过卷积网络处理输出后,采用全连接条件随机场对输出的目标图像的像素点进行分类处理,主要是对目标图像与背景边界的分类。

5. 根据权利要求 4 所述的一种基于多尺度深度语义分割网络的天线下倾角测量方法,其特征在于,所述计算天线下倾角,包括:

通过目标图像的边框得出天线框的宽度 x 和高度 y ,运用几何关系对基站天线下倾角进行计算,基站天线下倾角为基站天线和垂直面的夹角 θ ,

$$\theta = \arctan \frac{x}{y} \quad (12)。$$

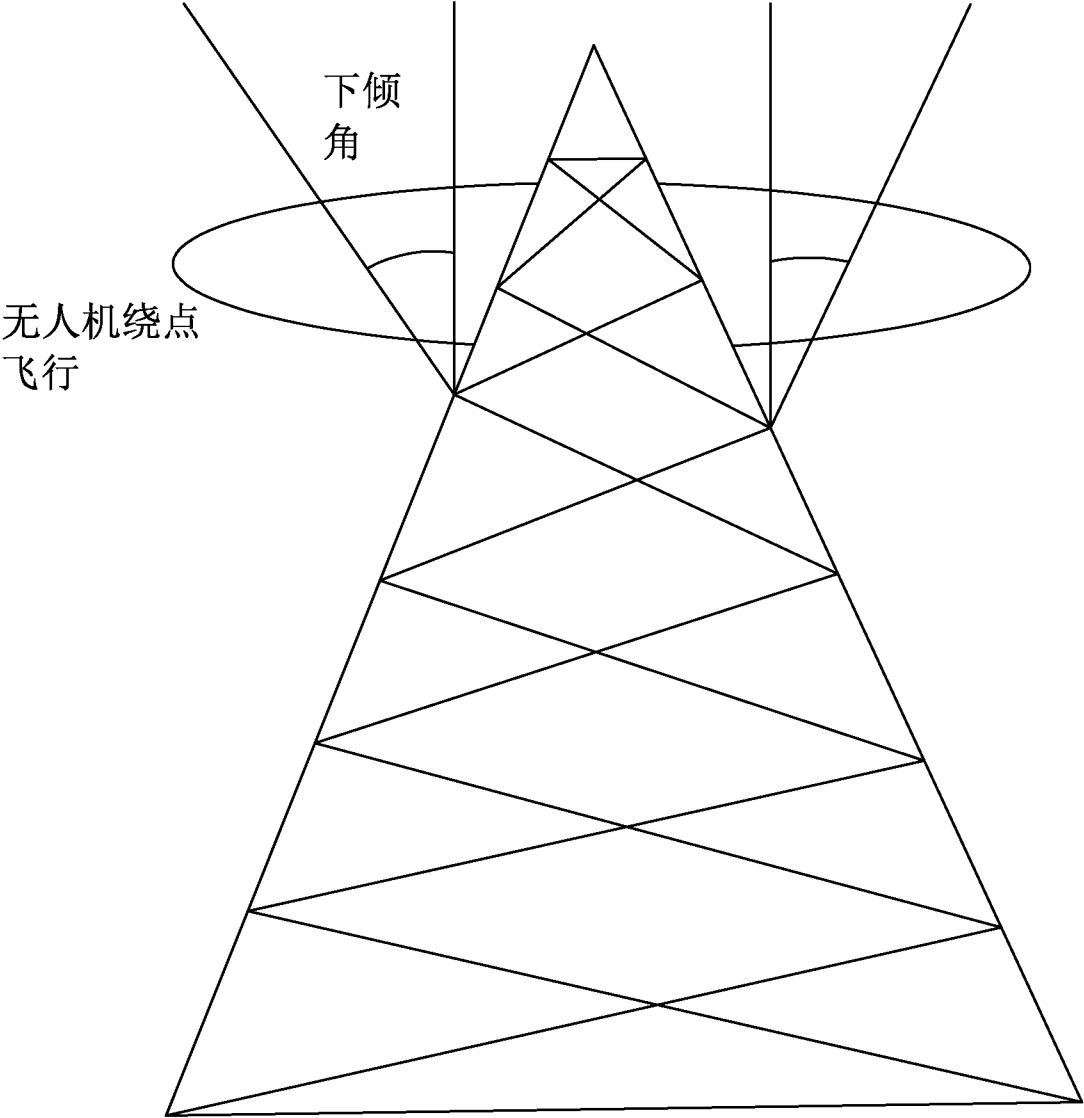


图1

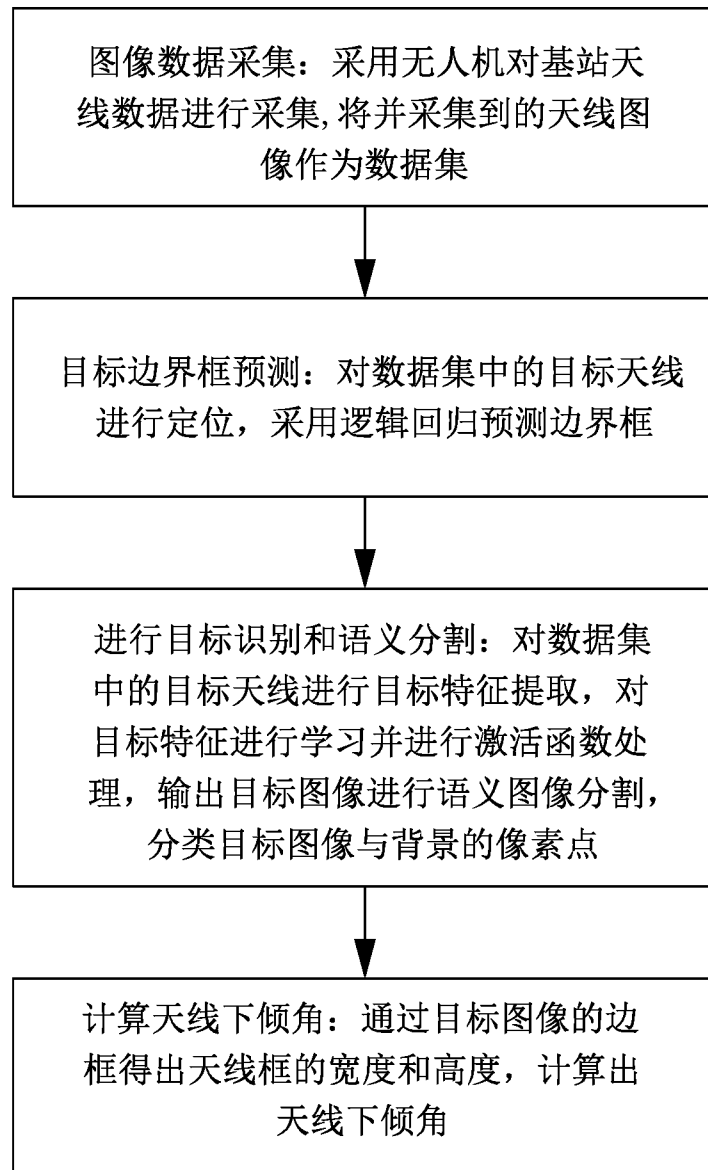


图2

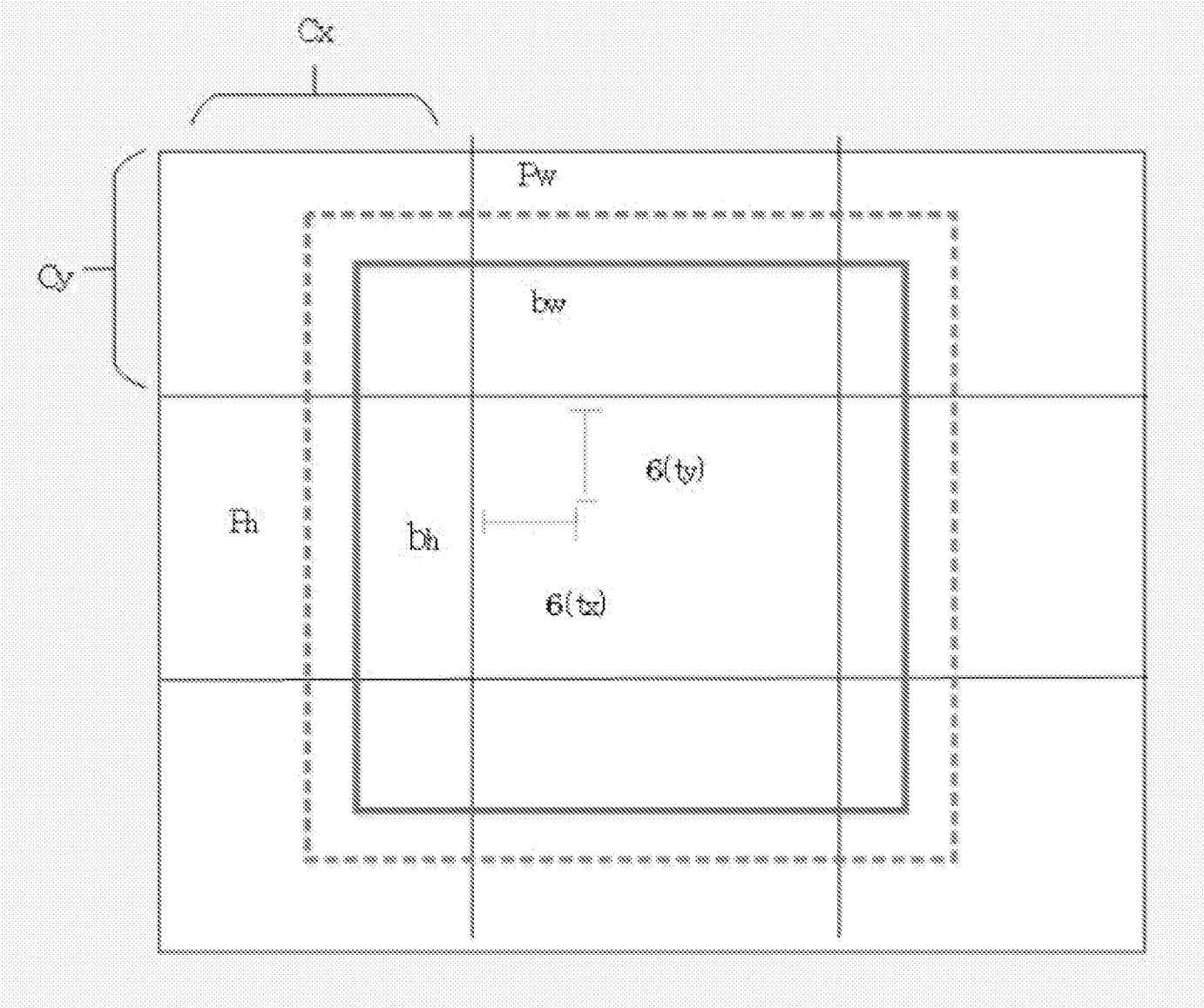


图3

	类型	滤波器	大小	输出
	卷积层	32	3×3	256×256
	卷积层	64	$3 \times 3/2$	128×128
1 x	卷积层	32	1×1	
	卷积层	64	3×3	
	残差			128×128
2 x	卷积层	128	$3 \times 3/2$	64×64
	卷积层	64	1×1	
	卷积层	128	3×3	
	残差			64×64
8 x	卷积层	256	$3 \times 3/2$	32×32
	卷积层	128	1×1	
	卷积层	256	3×3	
	残差			32×32
8 x	卷积层	512	$3 \times 3/2$	16×16
	卷积层	256	1×1	
	卷积层	512	3×3	
	残差			16×16
4 x	卷积层	1024	$3 \times 3/2$	8×8
	卷积层	512	3×3	
	卷积层	1024		
	残差			8×8
	平均池化		全局	
	连接		1000	
	多分类			

图4

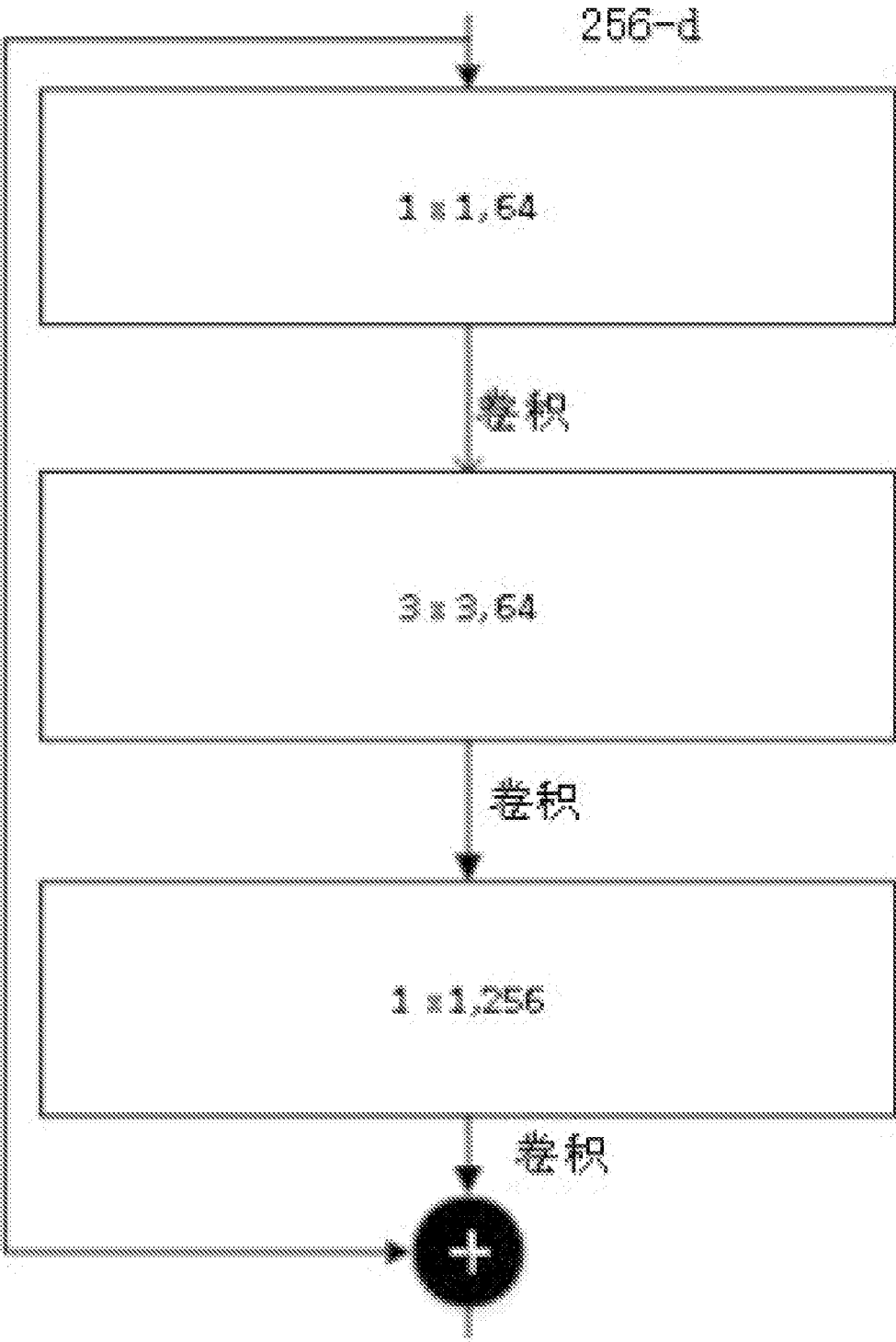


图5

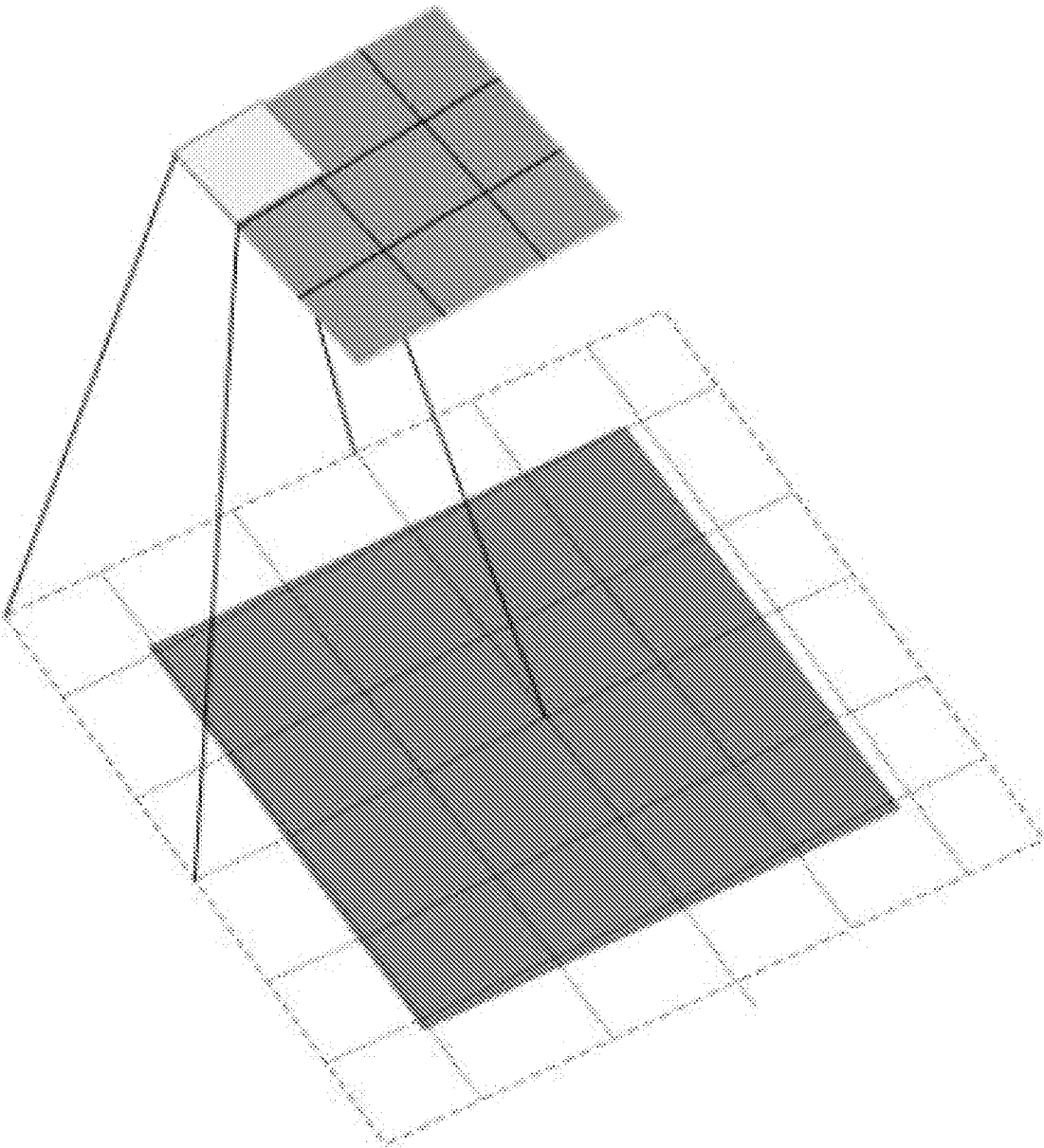


图6

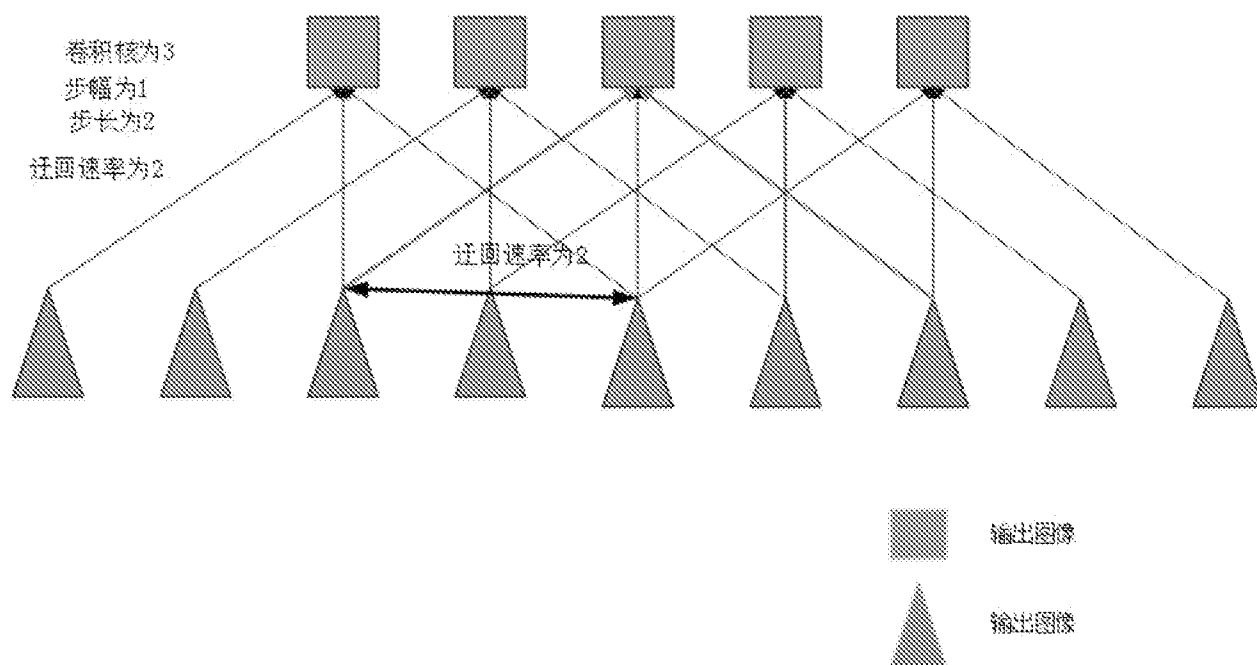


图7

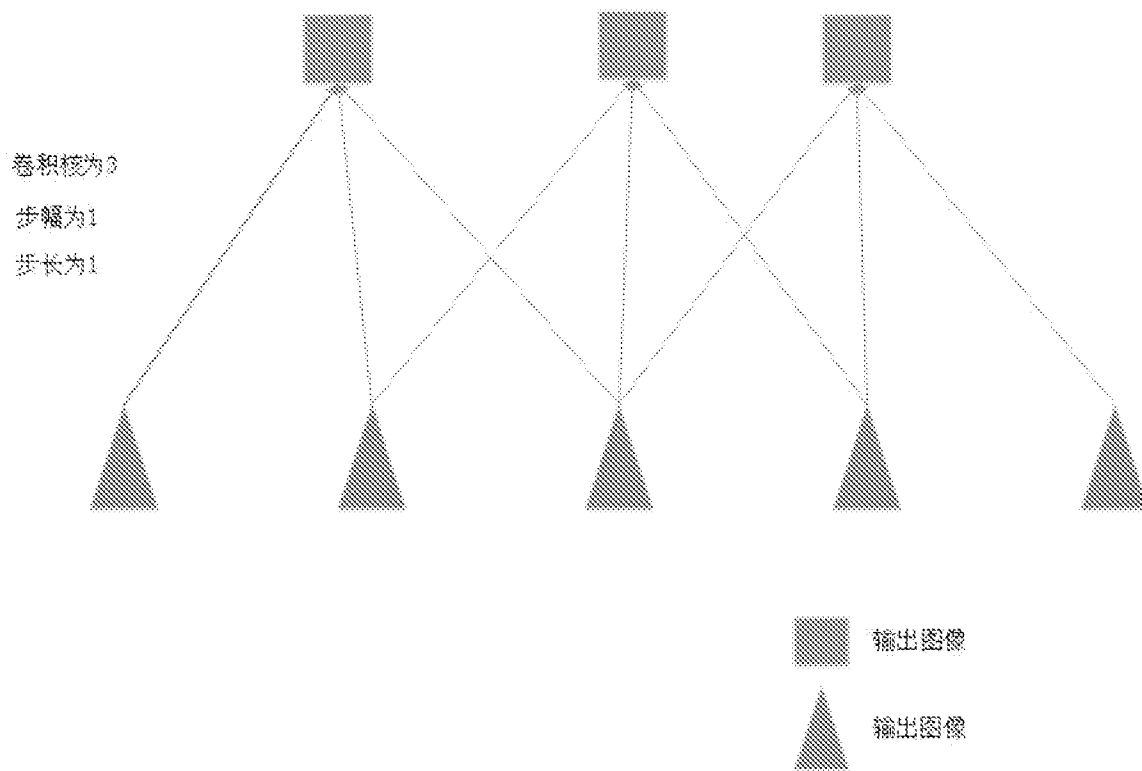


图8

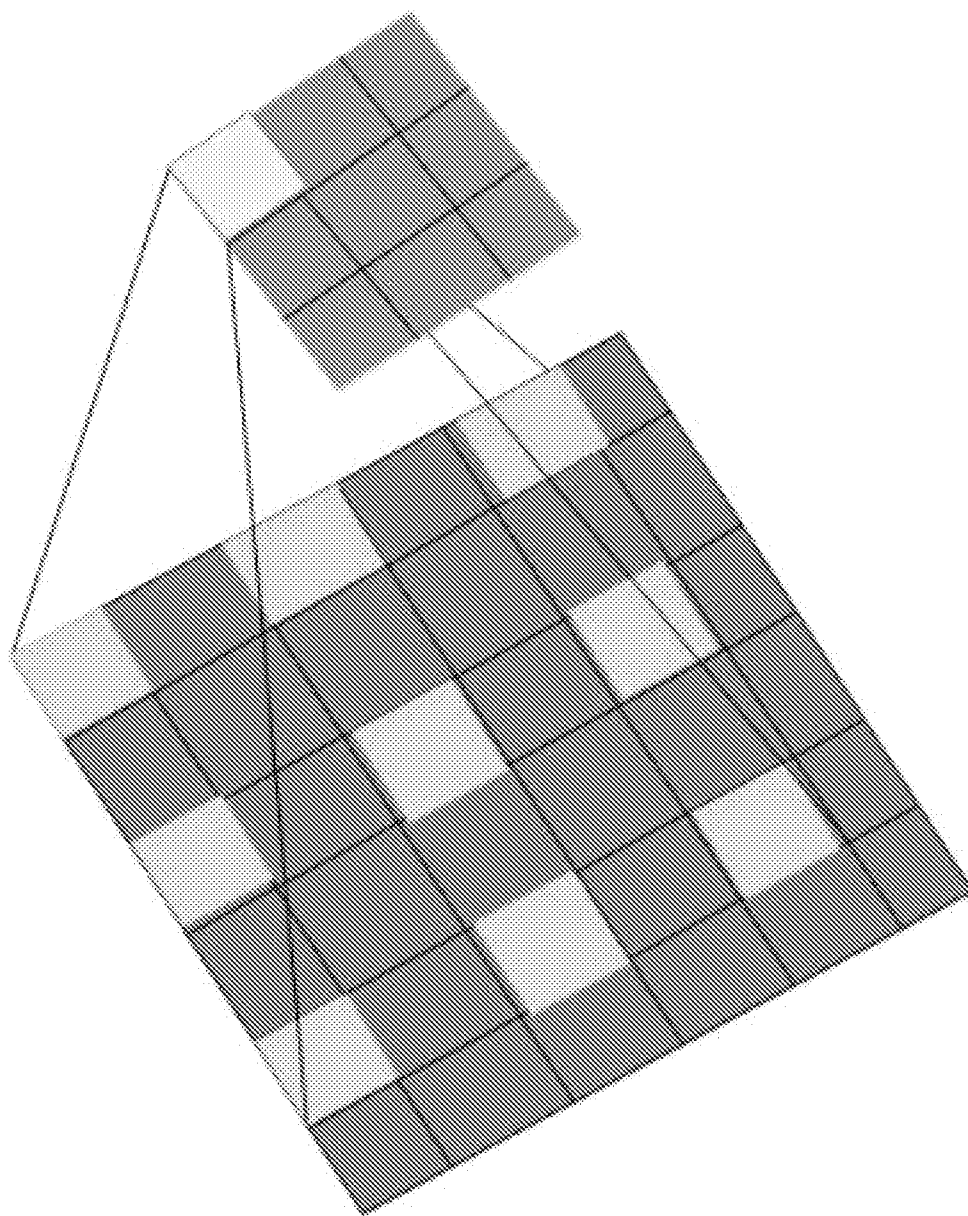


图9

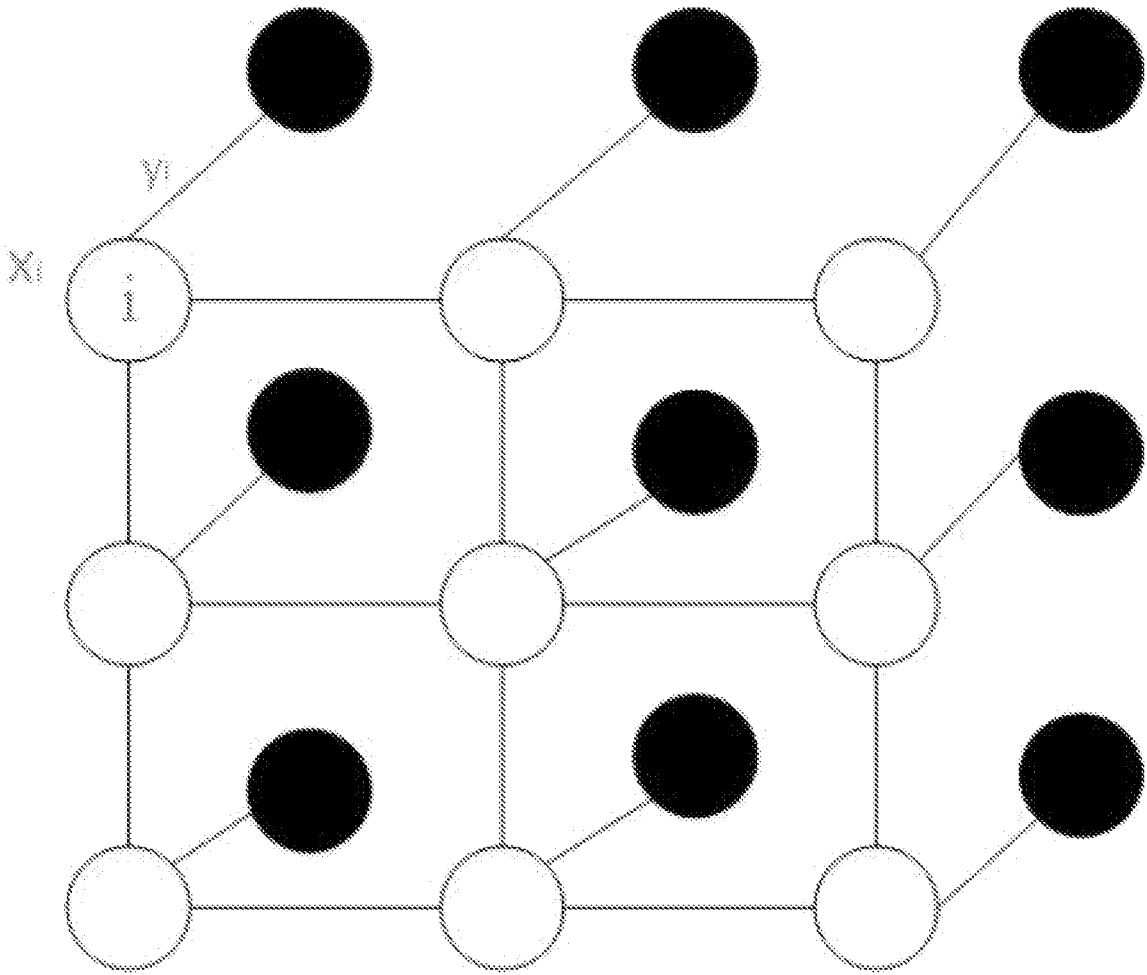


图10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/076718

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C 1/04(2006.01)i; G01C 9/00(2006.01)i; H01Q 1/12(2006.01)i; G06T 7/73(2017.01)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)

G01C,G06T,G06N,H01Q

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)

EPTXT; USTXT; VEN; DWPI; WOTXT; CNABS; CNTXT: 天线, 下倾角, 姿态, 姿势, 方向, 图像, 视频, 无人机, 航空器, 分割, 分类, 候选, 轮廓, 区域, 特性, 特征, antenna, tilt, direction, position, attitude, orient, azimuth, incline, image, video, UAV, drone, aircraft, segment, classify, candidate, contour, feature, characteristic

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 107830846 A (HANGZHOU AIHANG TECHNOLOGY CO., LTD.) 23 March 2018 (2018-03-23) figures 1-4, and description, paragraphs [0039]-[0061]	1, 2
Y	CN 104504381 A (BOCOM SMART NETWORK TECHNOLOGIES INC.) 08 April 2015 (2015-04-08) description, paragraphs [0033]-[0075]	1, 2
Y	CN 106683091 A (BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 17 May 2017 (2017-05-17) description, paragraphs [0034]-[0050]	1, 2
Y	CN 107664491 A (CHINA TELECOM CORPORATION LIMITED) 06 February 2018 (2018-02-06) description, paragraphs [0099]-[0165]	1, 2
A	CN 103256920 A (TRIMBLE NAVIGATION, LTD.) 21 August 2013 (2013-08-21) entire document	1-5
A	US 2014205205 A1 (NEUBAUER THOMAS) 24 July 2014 (2014-07-24) entire document	1-5



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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

08 July 2019

Date of mailing of the international search report

22 July 2019

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

International application No.

PCT/CN2019/076718**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103630107 A (BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY) 12 March 2014 (2014-03-12) entire document	1-5
A	US 9596617 B2 (PRIEST LEE et al.) 14 March 2017 (2017-03-14) entire document	1-5
A	US 9918235 B2 (VERIZON PATENT AND LICENSING INC.) 13 March 2018 (2018-03-13) entire document	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/076718

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	107830846	A	23 March 2018	None			
CN	104504381	A	08 April 2015	CN	104504381	B	26 December 2017
CN	106683091	A	17 May 2017	None			
CN	107664491	A	06 February 2018	None			
CN	103256920	A	21 August 2013	US	2012330601	A1	27 December 2012
				CN	103256920	B	26 April 2017
				DE	102013202393	A1	22 August 2013
				US	9109889	B2	18 August 2015
US	2014205205	A1	24 July 2014	EP	2727180	A1	07 May 2014
				WO	2013003872	A1	10 January 2013
				US	9316486	B2	19 April 2016
				AT	511191	B1	15 October 2012
				EP	2727180	B1	09 September 2015
				ES	2547921	T3	09 October 2015
				AT	511191	A4	15 October 2012
CN	103630107	A	12 March 2014	CN	103630107	B	16 September 2015
US	9596617	B2	14 March 2017	US	2016309339	A1	20 October 2016
US	9918235	B2	13 March 2018	US	2017150373	A1	25 May 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/076718

A. 主题的分类 G01C 1/04(2006.01)i; G01C 9/00(2006.01)i; H01Q 1/12(2006.01)i; G06T 7/73(2017.01)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) G01C, G06T, G06N, H01Q 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)) EPTXT;USTXT;VEN;DWPI;WOTXT;CNABS;CNTXT:天线,下倾角,姿态,姿势,方向,图像,视频,无人机,航空器,分割,分类,候选,轮廓,区域,特性,特征, antenna, tilt, direction, position, attitude, orient, azimuth, incline, image, video, UAV, drone, aircraft, segment, classify, candidate, contour, feature, characteristic																										
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>Y</td> <td>CN 107830846 A (杭州艾航科技有限公司) 2018年 3月 23日 (2018 - 03 - 23) 图1-4, 说明书第0039-0061段</td> <td>1-2</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 104504381 A (博康智能网络科技股份有限公司) 2015年 4月 8日 (2015 - 04 - 08) 说明书第0033-0075段</td> <td>1-2</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 106683091 A (北京理工大学) 2017年 5月 17日 (2017 - 05 - 17) 说明书第0034-0050段</td> <td>1-2</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 107664491 A (中国电信股份有限公司) 2018年 2月 6日 (2018 - 02 - 06) 说明书第0099-0165</td> <td>1-2</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103256920 A (天宝导航有限公司) 2013年 8月 21日 (2013 - 08 - 21) 全文</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2014205205 A1 (NEUBAUER THOMAS) 2014年 7月 24日 (2014 - 07 - 24) 全文</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103630107 A (北京交通大学) 2014年 3月 12日 (2014 - 03 - 12) 全文</td> <td>1-5</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	Y	CN 107830846 A (杭州艾航科技有限公司) 2018年 3月 23日 (2018 - 03 - 23) 图1-4, 说明书第0039-0061段	1-2	Y	CN 104504381 A (博康智能网络科技股份有限公司) 2015年 4月 8日 (2015 - 04 - 08) 说明书第0033-0075段	1-2	Y	CN 106683091 A (北京理工大学) 2017年 5月 17日 (2017 - 05 - 17) 说明书第0034-0050段	1-2	Y	CN 107664491 A (中国电信股份有限公司) 2018年 2月 6日 (2018 - 02 - 06) 说明书第0099-0165	1-2	A	CN 103256920 A (天宝导航有限公司) 2013年 8月 21日 (2013 - 08 - 21) 全文	1-5	A	US 2014205205 A1 (NEUBAUER THOMAS) 2014年 7月 24日 (2014 - 07 - 24) 全文	1-5	A	CN 103630107 A (北京交通大学) 2014年 3月 12日 (2014 - 03 - 12) 全文	1-5
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
Y	CN 107830846 A (杭州艾航科技有限公司) 2018年 3月 23日 (2018 - 03 - 23) 图1-4, 说明书第0039-0061段	1-2																								
Y	CN 104504381 A (博康智能网络科技股份有限公司) 2015年 4月 8日 (2015 - 04 - 08) 说明书第0033-0075段	1-2																								
Y	CN 106683091 A (北京理工大学) 2017年 5月 17日 (2017 - 05 - 17) 说明书第0034-0050段	1-2																								
Y	CN 107664491 A (中国电信股份有限公司) 2018年 2月 6日 (2018 - 02 - 06) 说明书第0099-0165	1-2																								
A	CN 103256920 A (天宝导航有限公司) 2013年 8月 21日 (2013 - 08 - 21) 全文	1-5																								
A	US 2014205205 A1 (NEUBAUER THOMAS) 2014年 7月 24日 (2014 - 07 - 24) 全文	1-5																								
A	CN 103630107 A (北京交通大学) 2014年 3月 12日 (2014 - 03 - 12) 全文	1-5																								
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																										
* 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 2019年 7月 8日		国际检索报告邮寄日期 2019年 7月 22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		授权官员 金源 电话号码 86-(010)-62411447																								

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	US 9596617 B2 (PRIEST LEE等) 2017年 3月 14日 (2017 - 03 - 14) 全文	1-5
A	US 9918235 B2 (VERIZON PATENT & LICENSING INC) 2018年 3月 13日 (2018 - 03 - 13) 全文	1-5

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/076718

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	107830846	A	2018年 3月 23日	无			
CN	104504381	A	2015年 4月 8日	CN	104504381	B	2017年 12月 26日
CN	106683091	A	2017年 5月 17日	无			
CN	107664491	A	2018年 2月 6日	无			
CN	103256920	A	2013年 8月 21日	US	2012330601	A1	2012年 12月 27日
				CN	103256920	B	2017年 4月 26日
				DE	102013202393	A1	2013年 8月 22日
				US	9109889	B2	2015年 8月 18日
US	2014205205	A1	2014年 7月 24日	EP	2727180	A1	2014年 5月 7日
				WO	2013003872	A1	2013年 1月 10日
				US	9316486	B2	2016年 4月 19日
				AT	511191	B1	2012年 10月 15日
				EP	2727180	B1	2015年 9月 9日
				ES	2547921	T3	2015年 10月 9日
				AT	511191	A4	2012年 10月 15日
CN	103630107	A	2014年 3月 12日	CN	103630107	B	2015年 9月 16日
US	9596617	B2	2017年 3月 14日	US	2016309339	A1	2016年 10月 20日
US	9918235	B2	2018年 3月 13日	US	2017150373	A1	2017年 5月 25日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)