

(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
2021 年 9 月 23 日 (23.09.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/184891 A1

(51) 国际专利分类号:
G06K 9/62 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/140266

(22) 国际申请日: 2020 年 12 月 28 日 (28.12.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010201027.2 2020年3月20日 (20.03.2020) 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)。

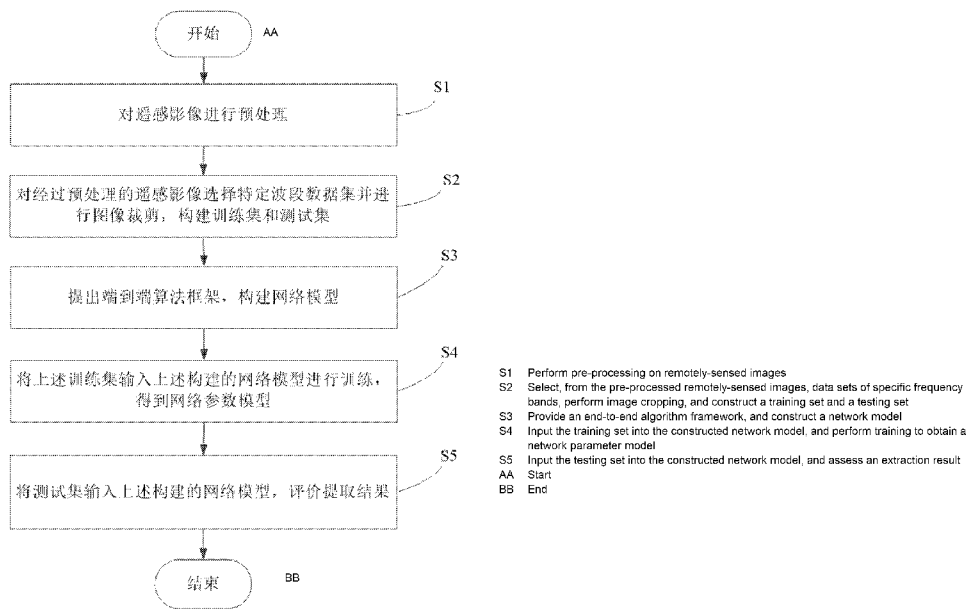
(72) 发明人: 徐文娜(XU, Wenna); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。 陈劲松(CHEN, Jinsong); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068号, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 北京中巡通大知识产权代理有限公司 (BEIJING ZHONG XUN TONG DA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国北京市海淀区杏石口路 50 号中间建筑 1 区 148 号, Beijing 100195 (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,

(54) Title: REMOTELY-SENSED IMAGE-BASED TERRAIN CLASSIFICATION METHOD, AND SYSTEM

(54) 发明名称: 遥感影像地物分类方法及系统



(57) Abstract: The present invention relates to a remotely-sensed image-based terrain classification method, comprising: performing pre-processing on remotely-sensed images; selecting, from the pre-processed remotely-sensed images, a data set of a red-green-blue band, a data set of a near-infrared and red-green band, and a data set of a full-range band, performing image cropping, and constructing a training set and a testing set; providing an end-to-end algorithm framework, and constructing a network model; and inputting the training set into the constructed network model, and performing training to obtain a network parameter model, so as to use the obtained network

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, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

parameter model to perform terrain classification on a remotely-sensed image. The present invention further relates to a remotely-sensed image-based terrain classification system. The present invention does not require remotely-sensed image fusion, alleviates the loss of high-resolution information in convolutional neural networks, and improves classification of detailed information in remotely-sensed images, thereby providing accurate details and rich edge information, and high overall classification accuracy in terrain classification results.

(57) 摘要: 本发明涉及一种遥感影像地物分类方法, 包括: 对遥感影像进行预处理; 对经过预处理的遥感影像选择红绿蓝波段、近红外和红绿波段、全波段的数据集并进行图像裁剪, 构建训练集和测试集; 提出端到端算法框架, 构建网络模型; 将上述训练集输入上述构建的网络模型进行训练, 得到网络参数模型, 以便使用得到的网络参数模型对遥感影像进行地物分类。本发明还涉及一种遥感影像地物分类系统。本发明不需要进行遥感影像融合, 能够改善卷积神经网络中高分辨率信息丢失问题, 更好地对遥感影像中的细节信息进行分类, 使得地物分类结果的细节更精确, 边缘信息更丰富, 总体分类精度更高。

遥感影像地物分类方法及系统

技术领域

本发明涉及一种遥感影像地物分类方法及系统。

背景技术

遥感影像中有着大量的细节信息(边缘信息、梯度信息、小目标等),由于遥感影像分辨率有限,在地物分类过程中这些细节信息很难被提取和分类,使得最终的分类结果细节丢失严重,地物边缘模糊失真,也影响了最终的地物分类精度。影像中细节信息精确分类要求遥感影像能提供更多的高分辨率信息,而影像中普通地物的提取为了更高的提取效率要求影像具有较大的幅宽,对分辨率要求不高,同时不同分辨率遥感影像由于传感器不同出现融合困难。

近年来,深度学习在遥感影像地物分类领域发展迅速,主要采用的有图片级分类和像素级分类两种方法。

1) 在图片级分类算法领域,该方法以单个图像为判别单元,每个图像只能包含一种地物类别,通过卷积神经网络对图像的整体特征进行学习。这类算法的核心是图像的识别,通过将整幅影像切割成包含单一地物的若干子影像后,分别对子影像中的地物进行识别。这种方法的缺点是无法给出像素级的分类结果,对于细节信息分类不准的问题解决不足。

2) 在像素级分类算法领域, 以每个像素为判别单元, 采用的全卷积网络去掉了卷积神经网络中的全连接层, 换成了 1×1 卷积层, 来实现端到端(像素到像素)的分类方法。这种替换保留了图像内容的空间信息, 解除了卷积神经网络对输入图像大小的限制, 同时大大减少了模型参数量, 提高了算法效率。其中具有代表性的有, Jamie Sherrah提出了一种不带下采样层的FCN算法, 在ISPRS数据集中实现了89.1%的总体精度。Marmanis等人设计了一个像素级分割架构, 合成FCN和反卷积网络, 并将CRF应用于后处理以进行细化, 在基于ISPRS Vaihingen数据集标签的人工数据集中取得了88.5%的总体精度。Chen等人采用叠加策略对FCN的分段结果进行后处理, 相比传统的FCN-8和SegNet模型具有更高的精度。

然而, 在将像素级分类算法应用到遥感影像耕地提取过程中, 为了获取不同尺度区域特征, 深度卷积网络往往需要将高分辨率图像转化为低分辨率图像(polling), 来提取抽象不同尺度的语义信息作为特征用于后续分类。而重采样是常用的方式之一, 这个过程进一步造成图像细节信息(边缘信息, 梯度信息或高频噪声信号等)的丢失, 使得地物分类结果边缘模糊, 细节不够丰富准确, 并影响最终的分类精度。

综上所述, 现有技术的缺点主要有: 遥感影像上细节信息和普通地物信息对遥感影像分辨率要求不同, 不同分辨率遥感影像由于传感器不同融合困难; 传统遥感影像分类算法依赖于特征提取, 不适用于处理大规模遥感影像; 端到端方法中, 卷积神经网络的下采样过程导致高分辨率信息丢失, 更不利于细节信息分类。

发明内容

有鉴于此，有必要提供一种遥感影像地物分类方法及系统。

本发明提供一种遥感影像地物分类方法，该方法包括如下步骤：a.对遥感影像进行预处理；b.对经过预处理的遥感影像选择红绿蓝波段、近红外和红绿波段、全波段的数据集并进行图像裁剪，构建训练集和测试集；c.提出端到端算法框架，构建网络模型；d.将上述训练集输入上述构建的网络模型进行训练，得到网络参数模型，以便使用得到的网络参数模型对遥感影像进行地物分类。

其中，该方法还包括步骤：将测试集输入上述构建的网络模型，评价分类结果。

所述的步骤 a 具体包括：利用 arcgis 和 ENVI 对所述遥感影像进行辐射校正和空间域增强处理滤波。

所述的步骤 b 具体包括如下步骤：选择所述遥感影像的红绿蓝波段、近红外和红绿波段、全波段的数据，分别构建相应的三个数据集，并将构建数据集后的遥感影像分别剪成 256 像素*256 像素的多个块状图像，获取裁剪后的上述三个数据集，并将每个数据集按照 4:1 的比例随机分成训练集和测试集。

所述的网络模型包括：

进行特征提取的卷积层模块；

得到多尺度特征的下采样层模块；

恢复各尺度特征信息的上采样层模块；

保留各尺度特征的连续并行多分辨率子网；

以及从低分辨率信息中恢复高分辨率信息的重复多尺度融合模块。

本发明提供一种遥感影像地物分类系统，该系统包括预处理单元、训练集测试集构建单元、网络模型构建单元、网络模型训练单元，其中：所述预处理单元用于对遥感影像进行预处理；所述训练集测试集构建单元用于对经过预处理的遥感影像选择红绿蓝波段、近红外和红绿波段、全波段的数据集并进行图像裁剪，构建训练集和测试集；所述网络模型构建单元用于提出端到端算法框架，构建网络模型；所述网络模型训练单元用于将上述训练集输入上述构建的网络模型进行训练，得到网络参数模型，以便使用得到的网络参数模型对遥感影像进行地物分类。

其中，所述系统还包括：网络模型测试单元，用于将测试集输入上述构建的网络模型，评价分类结果。

所述的预处理单元具体用于：利用 arcgis 和 ENVI 对所述遥感影像进行辐射校正和空间域增强处理滤波。

所述的训练集测试集构建单元具体用于：选择所述遥感影像的红绿蓝波段、近红外和红绿波段、全波段的数据，分别构建相应的三个数据集，并将构建数据集后的遥感影像分别剪成 256 像素*256 像素的多个块状图像，获取裁剪后的上述三个数据集，并将每个数据集按照 4:1 的比例随机分成训练集和测试集。

所述的网络模型包括：

进行特征提取的卷积层模块；

得到多尺度特征的下采样层模块；

恢复各尺度特征信息的上采样层模块；
保留各尺度特征的连续并行多分辨率子网；
以及从低分辨率信息中恢复高分辨率信息的重复多尺度融合模块。

本发明遥感影像地物分类方法及系统，不需要进行遥感影像融合，基于多尺度特征的端到端方法，亦适用于处理大规模遥感影像，能够改善卷积神经网络中高分辨率信息丢失问题，更好地对遥感影像中的细节信息进行分类。与现有方法相比，如相比随机森林方法和 U-Net 算法，本申请能够保持住更多的遥感影像细节信息，使得地物分类结果的细节更精确，边缘信息更丰富，总体分类精度更高。

附图说明

图 1 为本发明遥感影像地物分类方法的流程图；

图 2 为本发明实施例提供的基于端到端算法框架构建的网络模型结构示意图；

图 3 为传统的 U-Net 全卷积网络结构示意图；

图 4 为本发明遥感影像地物分类系统的硬件架构图；

图 5 为本发明实施例一各数据集三种方法结果细节分类效果对比示意图。

具体实施方式

下面结合附图及具体实施例对本发明作进一步详细的说明。

参阅图 1 所示，是本发明遥感影像地物分类方法较佳实施例的

作业流程图。

步骤 S1，对遥感影像进行预处理。具体而言：

下载 Landset 遥感影像，利用 arcgis 和 ENVI 对所述遥感影像进行辐射校正和空间域增强处理滤波。

步骤 S2，对经过预处理的遥感影像选择特定波段数据集并进行图像裁剪，构建训练集和测试集。具体而言：

选择所述遥感影像的红绿蓝波段、近红外和红绿波段、全波段的数据，分别构建相应的三个数据集，并将构建数据集后的遥感影像分别剪成 256 像素*256 像素的多个块状图像，获取裁剪后的上述三个数据集，并将每个数据集按照 4:1 的比例随机分成训练集和测试集。

本实施例中裁剪的作用是因为原影像太大，裁剪可以使得训练更快，本实施例直接在构建数据集后的遥感影像上随机采样得到 256 像素*256 像素的块状图像。

步骤 S3，提出端到端算法框架，构建网络模型。具体而言：

本实施例的网络模型基于 PyTorch 深度学习框架构建，使用的硬件为 TitanX GPU。

本发明构建的网络模型，相比于卷积神经网络，去掉了全连接层，主要网络结构（请参阅图 2）包括卷积层模块、下采样层模块、上采样层模块、连续并行多分辨率子网以及重复多尺度融合模块。

具体内容如下：

（1）卷积层模块，进行特征提取；

卷积层模块的作用主要是进行特征提取。不同特征图中间均包

含卷积层模块,每个卷积层模块由两层卷积核为 3×3 的卷积层组成,后接 relu 激活函数。

(2) 下采样层模块,得到多尺度特征;

本实施例利用步长为 2 的卷积层模块替代 U-Net 全卷积网络的池化层进行下采样,在得到多尺度特征时,减少高分辨率信息的丢失。其中,所述卷积层模块由两个卷积核为 3×3 的卷积构成。

(3) 上采样层模块,恢复各尺度特征信息;

利用反卷积方法,把特征图从最低分辨率层逐步恢复成输入图片大小,得到多尺度特征以及和输入图片同样大小的分类结果图。

(4) 连续并行多分辨率子网,保留各尺度特征;

本实施例包含 5 层不同分辨率层,相比于 U-Net 全卷积网络(请参阅图 3)简单的利用跳跃连接融合原始分辨率特征图和上采样后得到的特征图(如图 3 中横向虚线箭头所示),本实施例在每个分辨率层全程保留相应分辨率信息,连续并行多分辨率子网可以更好地保持细节信息(如图 2 横向箭头所示)。

(5) 重复多尺度融合模块,尽可能多的从低分辨率信息中恢复高分辨率信息。

本实施例的结构图中,网络外围的斜向下箭头主要作用是产生不同分辨率层,内部的斜向上箭头则主要是进行多尺度融合,尽可能多的从低分辨率信息中恢复高分辨率信息,进一步保持遥感影像地物细节信息。

步骤 S4,将上述训练集输入上述构建的网络模型进行训练,得到网络参数模型,以便使用得到的网络参数模型对遥感影像进行地

物分类。具体而言：

将建好的训练集输入搭建好的网络模型,设定学习率为 0.0001、迭代次数为 200 个 epoch 等超参数,设置用于优化网络参数的损失函数,根据训练的损失曲线调整训练过程,最终得到训练好的网络参数模型。

其中,所述网络参数模型包括步骤 S3 构建的网络模型的具体设定参数。

步骤 S5:将测试集输入上述构建的网络模型,评价分类结果。具体包括:

将上述构建的测试集输入上述训练好的网络参数模型,得到测试集图像的分类结果,对本实施例提出的网络结构进行定量和定性评价。

定量评价使用整体精度、Kappa 系数以及 F1-score 来评价分类精度;定性评价通过分类结果图评估细节分类效果。

参阅图 4 所示,是本发明遥感影像地物分类系统 10 的硬件架构图。该系统包括:预处理单元 101、训练集测试集构建单元 102、网络模型构建单元 103、网络模型训练单元 104 以及网络模型测试单元 105。

所述预处理单元 101 用于对遥感影像进行预处理。具体而言:

所述预处理单元 101 下载 Landset 遥感影像,利用 arcgis 和 ENVI 对所述遥感影像进行辐射校正和空间域增强处理滤波。

所述训练集测试集构建单元 102 用于对经过预处理的遥感影像选择特定波段数据集并进行图像裁剪,构建训练集和测试集。具体而言:

所述训练集测试集构建单元 102 选择所述遥感影像的红绿蓝波段，近红外和红绿波段，以及全波段的数据，分别构建相应的三个数据集，并将构建数据集后的遥感影像分别剪成 256 像素*256 像素的多个块状图像，获取裁剪后的上述三个数据集，并将每个数据集按照 4:1 的比例随机分成训练集和测试集。

本实施例中裁剪的作用是因为原影像太大，裁剪可以使得训练更快，本实施例直接在构建数据集后的遥感影像上随机采样得到 256 像素*256 像素的块状图像。

所述网络模型构建单元 103 用于提出端到端算法框架，构建网络模型。具体而言：

本实施例的网络模型基于 PyTorch 深度学习框架构建，使用的硬件为 TitanX GPU。

本发明构建的网络模型，相比于卷积神经网络，去掉了全连接层，主要网络结构（请参阅图 2）包括卷积层模块、下采样层模块、上采样层模块、连续并行多分辨率子网以及重复多尺度融合模块。

具体内容如下：

（1）卷积层模块，进行特征提取；

卷积层模块的作用主要是进行特征提取。不同特征图中间均包含卷积层模块，每个卷积层模块由两层卷积核为 3*3 的卷积层组成，后接 relu 激活函数。

（2）下采样层模块，得到多尺度特征；

本实施例利用步长为 2 的卷积层模块替代 U-Net 全卷积网络的池化层进行下采样，在得到多尺度特征时，减少高分辨率信息的丢

失。其中，所述卷积层模块由两个卷积核为 3×3 的卷积构成。

(3) 上采样层模块，恢复各尺度特征信息；

利用反卷积方法，把特征图从最低分辨率层逐步恢复成输入图片大小，得到多尺度特征以及和输入图片同样大小的分类结果图。

(4) 连续并行多分辨率子网，保留各尺度特征；

本实施例包含 5 层不同分辨率层，相比于 U-Net 全卷积网络(请参阅图 3)简单的利用跳跃连接融合原始分辨率特征图和上采样后得到的特征图(如图 3 中横向虚线箭头所示)，本实施例在每个分辨率层全程保留相应分辨率信息，连续并行多分辨率子网可以更好地保持细节信息(如图 2 横向箭头所示)。

(5) 重复多尺度融合模块，尽可能多的从低分辨率信息中恢复高分辨率信息。

本实施例的结构图中，网络外围的斜向下箭头主要作用是产生不同分辨率层，内部的斜向上箭头则主要是进行多尺度融合，尽可能多的从低分辨率信息中恢复高分辨率信息，进一步保持遥感影像地物细节信息。

所述网络模型训练单元 104 用于将上述训练集输入上述构建的网络模型进行训练，得到网络参数模型。具体而言：

将建好的训练集输入搭建好的网络模型，设定学习率为 0.0001、迭代次数为 200 个 epoch 等超参数，设置用于优化网络参数的损失函数，根据训练的损失曲线调整训练过程，最终得到训练好的网络参数模型。

其中，所述网络参数模型包括所述网络模型构建单元 103 构建的网

络模型的具体设定参数。

所述网络模型测试单元 105 用于将测试集输入上述构建的网络模型，评价分类结果。具体包括：

将上述构建的测试集输入上述训练好的网络参数模型，得到测试集图像的提取结果，对本实施例提出的网络结构进行定量和定性评价。

定量评价使用整体精度、Kappa 系数以及 F1-score 来评价分类精度；定性评价通过分类结果图评估细节分类效果。

本申请实施例一测试结果：

利用 Landset 影像构成的三个训练集分别对本申请提出的网络模型进行训练，使用测试集进行了测试，同时与随机森林、U-Net 全卷积网络的结果进行了对比：

(1) 分类精度更高

如表 1 所示，具体采用了整体精度 (Acc.)，kappa 系数(K)以及 F1-Score(F1)作为评价指标，本申请在三个数据集(TMall ,TMnrg ,TMnrg)中，采用的三个评价指标均高于随机森林和 U-Net 算法。

数据集 方法	TMall			TMnrg			TMrgb		
	Acc.	K	F1	Acc.	K	F1	Acc.	K	F1
本发明方法	90.61	0.80	0.90	89.88	0.78	0.87	89.06	0.76	0.85
U-Net	87.60	0.74	0.86	87.01	0.72	0.83	86.45	0.71	0.82
随机森林	74.76	0.47	0.66	72.61	0.38	0.54	70.77	0.33	0.51

(2) 细节信息更为丰富准确

如图 5 所示，分别从三个数据集 (TMall , TMnrg , TMnrg) 中选取了两张图片，(a) 列为原始输入图像，(b) 列为参考标签，(c) 列为

本发明方法结果，(d)列为 U-Net 方法结果。可以看出相比于 U-Net 全卷积网络，本申请的结果细节更加精确，边缘信息也更为丰富准确。

虽然本发明参照当前的较佳实施方式进行了描述，但本领域的技术人员应能理解，上述较佳实施方式仅用来说明本发明，并非用来限定本发明的保护范围，任何在本发明的精神和原则范围之内，所做的任何修饰、等效替换、改进等，均应包含在本发明的权利保护范围之内。

权利要求书

- 1.一种遥感影像地物分类方法,其特征在于,该方法包括如下步骤:
 - a.对遥感影像进行预处理;
 - b.对经过预处理的遥感影像选择红绿蓝波段、近红外和红绿波段、全波段的数据集并进行图像裁剪,构建训练集和测试集;
 - c.提出端到端算法框架,构建网络模型;
 - d.将上述训练集输入上述构建的网络模型进行训练,得到网络参数模型,以便使用得到的网络参数模型对遥感影像进行地物分类。
- 2.如权利要求1所述的方法,其特征在于,该方法还包括步骤:
将测试集输入上述构建的网络模型,评价分类结果。
- 3.如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述的步骤a具体包括:
利用 arcgis 和 ENVI 对所述遥感影像进行辐射校正和空间域增强处理滤波。
- 4.如权利要求3所述的方法,其特征在于,所述的步骤b具体包括如下步骤:
选择所述遥感影像的红绿蓝波段、近红外和红绿波段、全波段的数据,分别构建相应的三个数据集,并将构建数据集后的遥感影像分别剪成 256 像素*256 像素的多个块状图像,获取裁剪后的上述三个数据集,并将每个数据集按照 4:1 的比例随机分成训练集和测试集。
- 5.如权利要求4所述的方法,其特征在于,所述的网络模型包括:
进行特征提取的卷积层模块;

得到多尺度特征的下采样层模块；
恢复各尺度特征信息的上采样层模块；
保留各尺度特征的连续并行多分辨率子网；
以及从低分辨率信息中恢复高分辨率信息的重复多尺度融合模块。

6.一种遥感影像地物分类系统，其特征在于，该系统包括预处理单元、训练集测试集构建单元、网络模型构建单元、网络模型训练单元，其中：

所述预处理单元用于对遥感影像进行预处理；

所述训练集测试集构建单元用于对经过预处理的遥感影像选择红绿蓝波段、近红外和红绿波段、全波段的数据集并进行图像裁剪，构建训练集和测试集；

所述网络模型构建单元用于提出端到端算法框架，构建网络模型；

所述网络模型训练单元用于将上述训练集输入上述构建的网络模型进行训练，得到网络参数模型，以便使用得到的网络参数模型对遥感影像进行地物分类。

7.如权利要求 6 所述的系统，其特征在于，所述系统还包括：

网络模型测试单元，用于将测试集输入上述构建的网络模型，评价分类结果。

8.如权利要求 7 所述的系统，其特征在于，所述的预处理单元具体用于：

利用 arcgis 和 ENVI 对所述遥感影像进行辐射校正和空间域增强处理滤波。

9.如权利要求 8 所述的系统，其特征在于，所述的训练集测试集构建单元具体用于：

选择所述遥感影像的红绿蓝波段、近红外和红绿波段、全波段的数据，分别构建相应的三个数据集，并将构建数据集后的遥感影像分别剪成 256 像素*256 像素的多个块状图像，获取裁剪后的上述三个数据集，并将每个数据集按照 4:1 的比例随机分成训练集和测试集。

10.如权利要求 9 所述的系统，其特征在于，所述的网络模型包括：

进行特征提取的卷积层模块；

得到多尺度特征的下采样层模块；

恢复各尺度特征信息的上采样层模块；

保留各尺度特征的连续并行多分辨率子网；

以及从低分辨率信息中恢复高分辨率信息的重复多尺度融合模块。

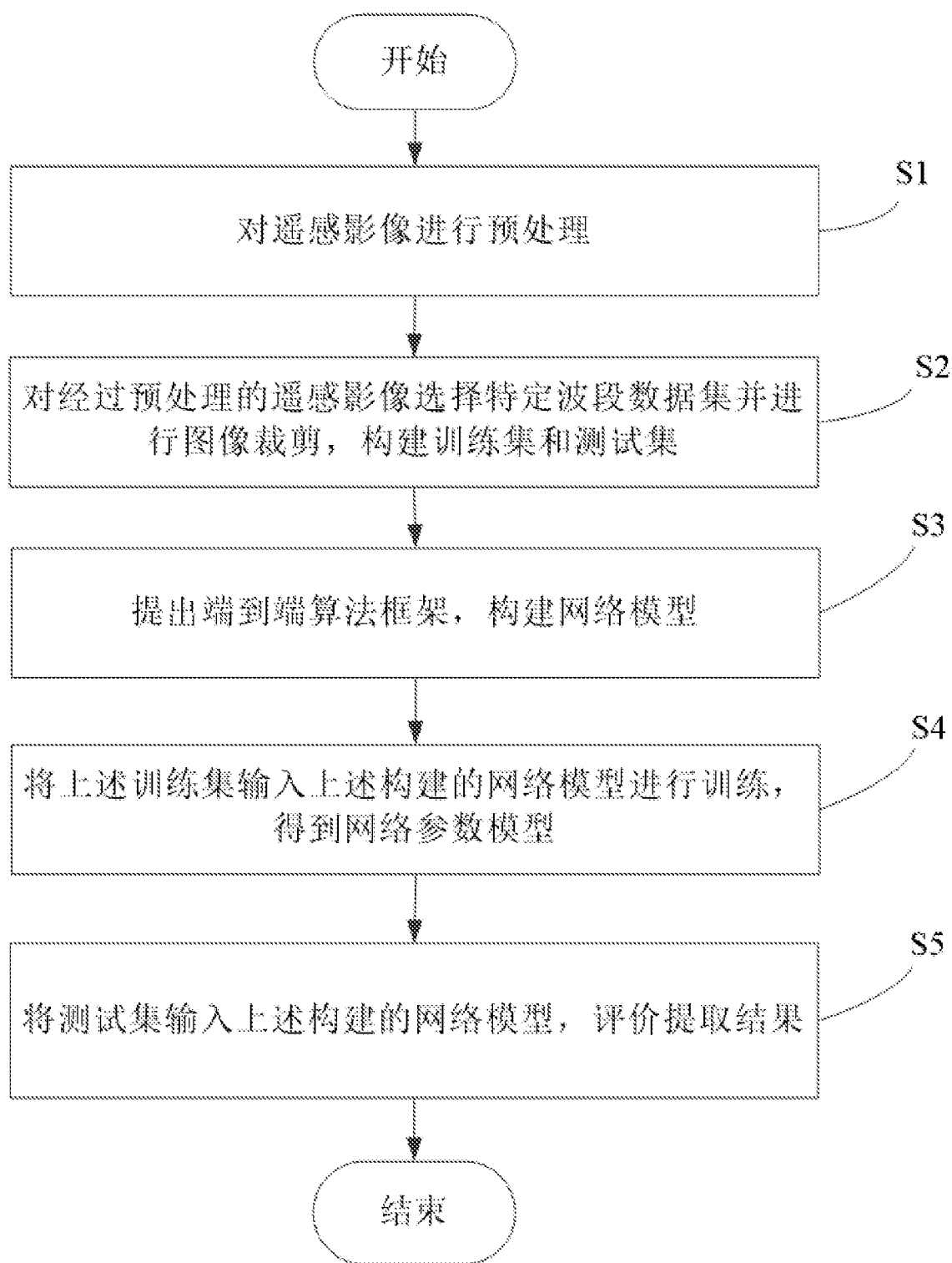


图 1

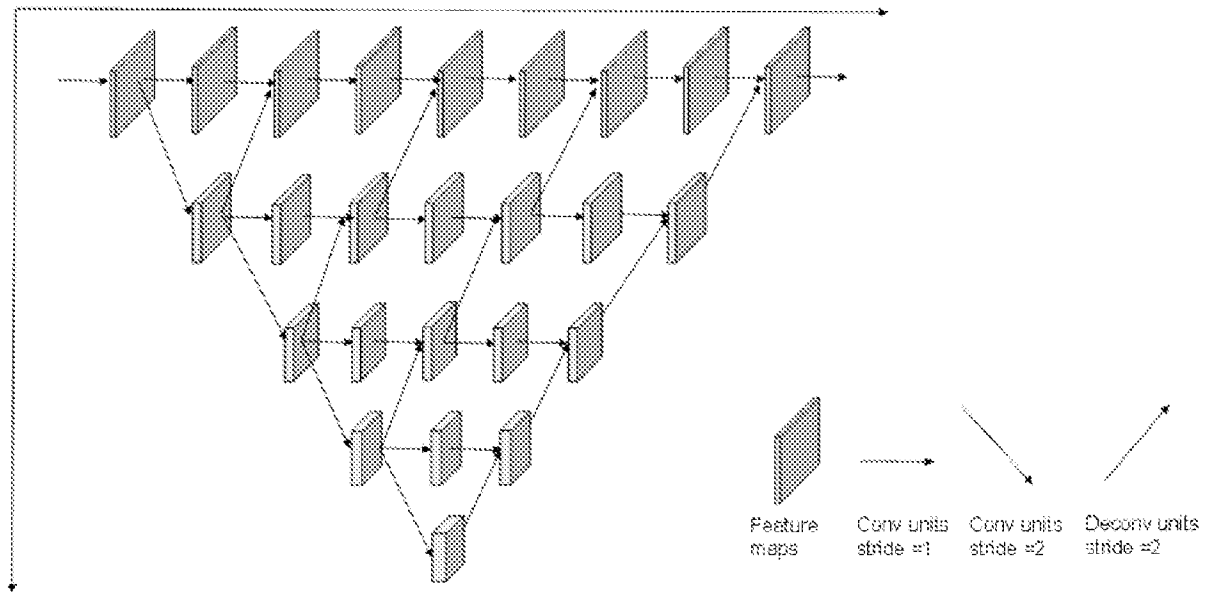


图 2

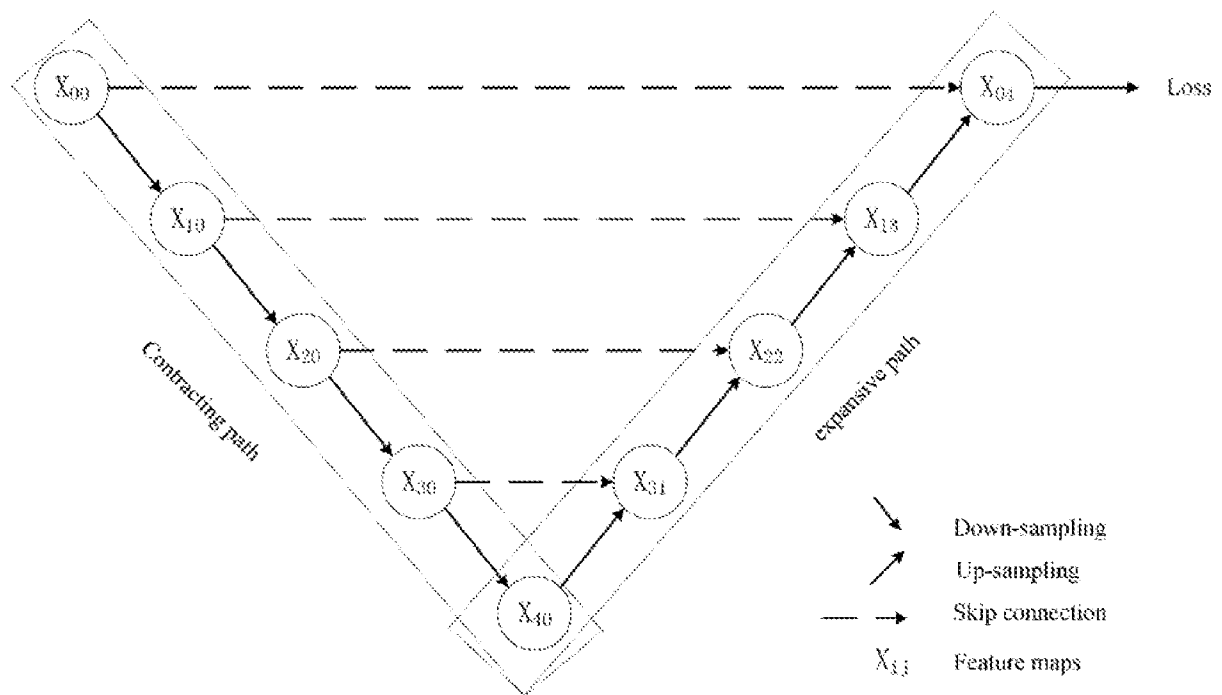


图 3

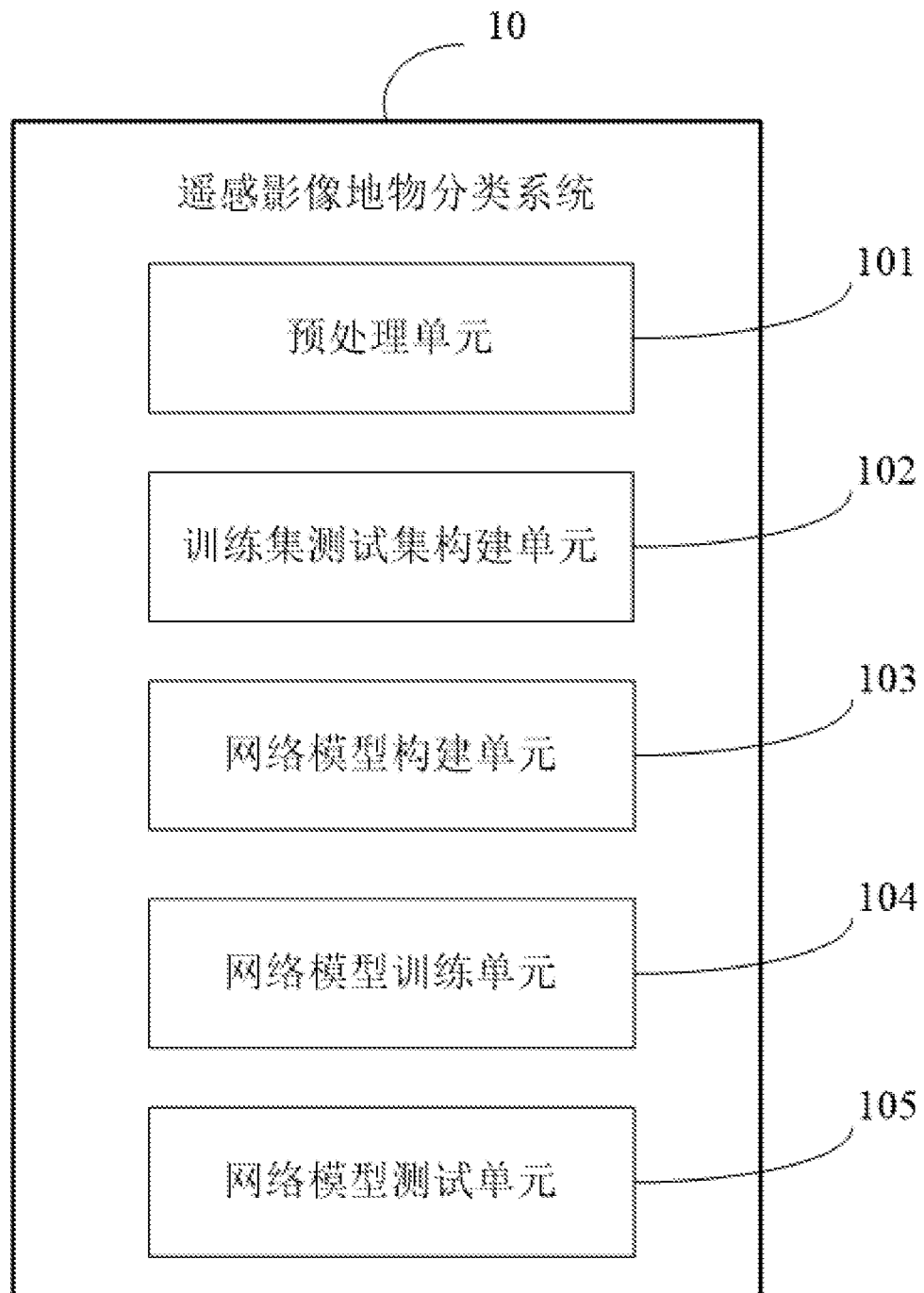


图 4

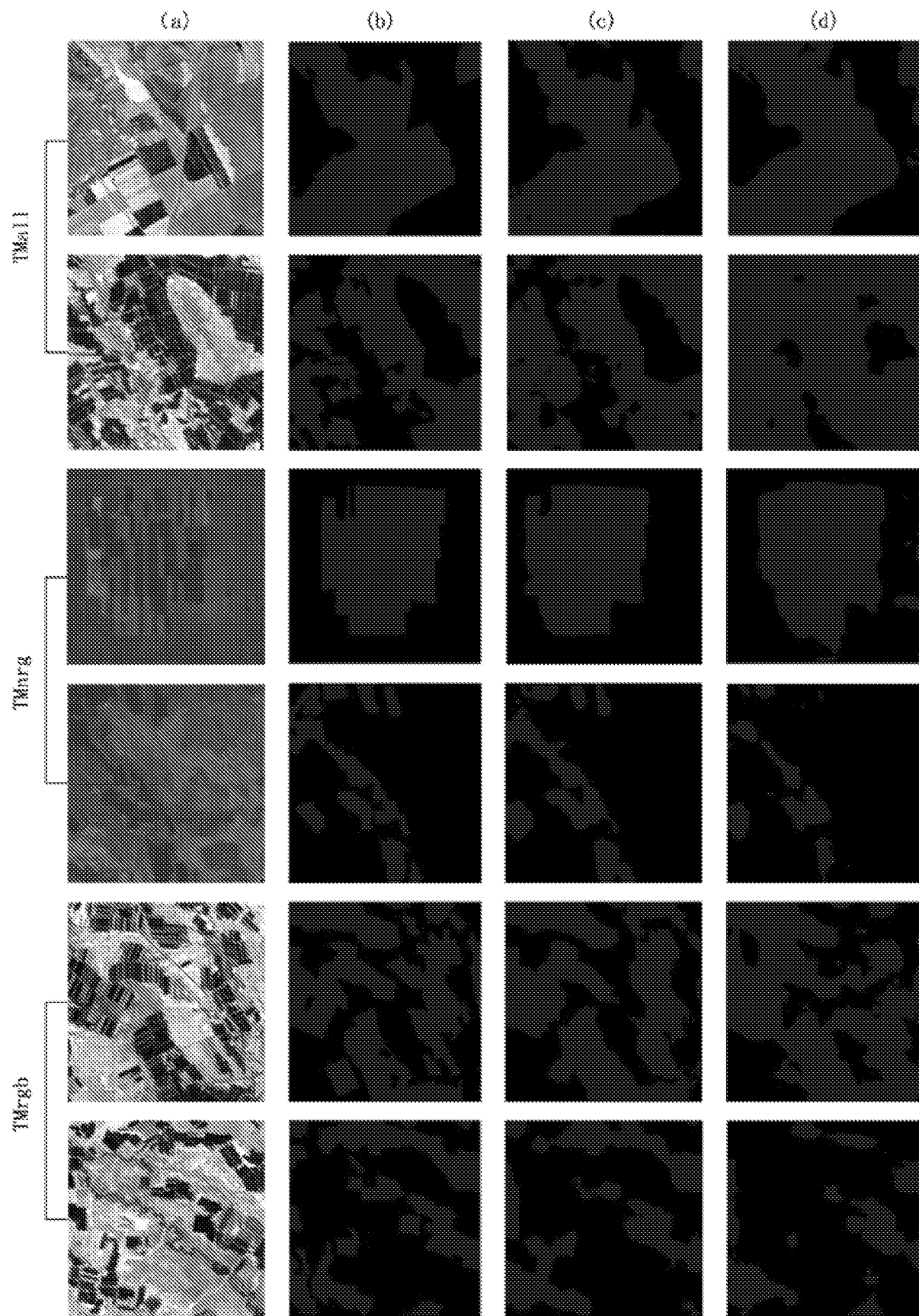


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/140266

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06K 9/62(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, DWPL, WOTXT, USTXT, EPTXT, CNKI: 遥感, 预处理, 波段, 训练集, 测试集, 端到端, 分类, remote sensing, pre-processing, band, training set, test set, end-to-end, classification

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111428781 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 17 July 2020 (2020-07-17) entire document	1-10
X	CN 110717420 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 21 January 2020 (2020-01-21) description, paragraphs 44-91, and figures 1-4	1-10
X	王海军 (WANG, Haijun). "深度卷积神经网络在遥感影像分类的应用研究 (Research and Application of Deep Convolutional Neural Networks in Remote Sensing Image Classification)" 中国博士学位论文全文数据库 信息科技辑 (Electronic Technology & Information Science, China Doctoral Dissertations Full-Text Database), No. 10, 15 October 2018 (2018-10-15), ISSN: 1674-022X, pages 1140-23, chapter 6	1-4, 6-9
A	CN 109711449 A (BEIJING YISA TECHNOLOGY CO., LTD.) 03 May 2019 (2019-05-03) entire document	1-10
A	CN 108564109 A (TIANJIN UNIVERSITY) 21 September 2018 (2018-09-21) entire document	1-10



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

26 February 2021

Date of mailing of the international search report

23 March 2021

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/CN2020/140266

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 108805874 A (THE 3RD RESEARCH INSTITUTE OF CHINA ELECTRONICS TECHNOLOGY GROUP CORPORATION.) 13 November 2018 (2018-11-13) entire document	1-10
A	CN 110633633 A (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 31 December 2019 (2019-12-31) entire document	1-10
A	US 2019325269 A1 (XNOR AI INC) 24 October 2019 (2019-10-24) entire document	1-10
A	项金蓉 等 (XIANG, Jinrong et al.). "可调谐地物光谱辐射源研究 (Research on Ground Scenery Spectral Radiation Source with Tunable Spectra)" 光谱学与光谱分析 (<i>Spectroscopy and Spectral Analysis</i>), Vol. 35, No. 2, 28 February 2015 (2015-02-28), pp. 298-303	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/140266

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111428781	A	17 July 2020	None			
CN	110717420	A	21 January 2020	None			
CN	109711449	A	03 May 2019	None			
CN	108564109	A	21 September 2018	None			
CN	108805874	A	13 November 2018	None			
CN	110633633	A	31 December 2019	None			
US	2019325269	A1	24 October 2019	WO	2019204824	A1	24 October 2019

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/140266

A. 主题的分类 G06K 9/62 (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, DWPI, WOTXT, USTXT, EPTXT, CNKI: 遥感, 预处理, 波段, 训练集, 测试集, 端到端, 分类, remote sensing, pre-processing, band, training set, test set, end-to-end, classification																							
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 111428781 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2020年 7月 17日 (2020 - 07 - 17) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 110717420 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2020年 1月 21日 (2020 - 01 - 21) 说明书第44-91段, 图1-4</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>王海军. "深度卷积神经网络在遥感影像分类的应用研究" 中国博士学位论文全文数据库 信息科技辑, 第10期, 2018年 10月 15日 (2018 - 10 - 15), ISSN: 1674-022X, 第1140-23页, 第6章</td> <td>1-4、6-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109711449 A (北京以萨技术股份有限公司 等) 2019年 5月 3日 (2019 - 05 - 03) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108564109 A (天津大学) 2018年 9月 21日 (2018 - 09 - 21) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108805874 A (中国电子科技集团公司第三研究所) 2018年 11月 13日 (2018 - 11 - 13) 全文</td> <td>1-10</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 111428781 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2020年 7月 17日 (2020 - 07 - 17) 全文	1-10	X	CN 110717420 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2020年 1月 21日 (2020 - 01 - 21) 说明书第44-91段, 图1-4	1-10	X	王海军. "深度卷积神经网络在遥感影像分类的应用研究" 中国博士学位论文全文数据库 信息科技辑, 第10期, 2018年 10月 15日 (2018 - 10 - 15), ISSN: 1674-022X, 第1140-23页, 第6章	1-4、6-9	A	CN 109711449 A (北京以萨技术股份有限公司 等) 2019年 5月 3日 (2019 - 05 - 03) 全文	1-10	A	CN 108564109 A (天津大学) 2018年 9月 21日 (2018 - 09 - 21) 全文	1-10	A	CN 108805874 A (中国电子科技集团公司第三研究所) 2018年 11月 13日 (2018 - 11 - 13) 全文	1-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
PX	CN 111428781 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2020年 7月 17日 (2020 - 07 - 17) 全文	1-10																					
X	CN 110717420 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2020年 1月 21日 (2020 - 01 - 21) 说明书第44-91段, 图1-4	1-10																					
X	王海军. "深度卷积神经网络在遥感影像分类的应用研究" 中国博士学位论文全文数据库 信息科技辑, 第10期, 2018年 10月 15日 (2018 - 10 - 15), ISSN: 1674-022X, 第1140-23页, 第6章	1-4、6-9																					
A	CN 109711449 A (北京以萨技术股份有限公司 等) 2019年 5月 3日 (2019 - 05 - 03) 全文	1-10																					
A	CN 108564109 A (天津大学) 2018年 9月 21日 (2018 - 09 - 21) 全文	1-10																					
A	CN 108805874 A (中国电子科技集团公司第三研究所) 2018年 11月 13日 (2018 - 11 - 13) 全文	1-10																					
☒ 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		国际检索报告邮寄日期																					
2021年 2月 26日		2021年 3月 23日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员																					
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		李艳丽 电话号码 86-(20)-28958508																					

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	CN 110633633 A (北京工业大学) 2019年 12月 31日 (2019 - 12 - 31) 全文	1-10
A	US 2019325269 A1 (XNOR AI INC) 2019年 10月 24日 (2019 - 10 - 24) 全文	1-10
A	项金蓉等. “可调谐地物光谱辐射源研究” 光谱学与光谱分析, 第35卷, 第2期, 2015年 2月 28日 (2015 - 02 - 28), 第298-303页	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/140266

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	111428781	A	2020年 7月 17日	无	
CN	110717420	A	2020年 1月 21日	无	
CN	109711449	A	2019年 5月 3日	无	
CN	108564109	A	2018年 9月 21日	无	
CN	108805874	A	2018年 11月 13日	无	
CN	110633633	A	2019年 12月 31日	无	
US	2019325269	A1	2019年 10月 24日	W0 2019204824 A1	2019年 10月 24日