

遥感图像识别方法、装置、存储介质以及电子设备

本申请要求在 2017 年 12 月 26 日提交中国专利局、申请号为 CN201711436470.2、发明名称为“遥感图像识别方法、装置、存储介质以及电子设备”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及计算机视觉技术，尤其是涉及一种遥感图像识别方法、遥感图像识别装置、计算机可读存储介质以及电子设备。

背景技术

随着深度学习技术在图像识别、目标检测以及图像分割等方面不断取得的突破性进展，卷积神经网络已经被应用于遥感图像识别领域中。

在遥感图像识别过程中，一个像素的预测结果通常是由该像素周边一定区域内的其他像素决定，该区域可以称为卷积神经网络神经元的感受野。

卷积神经网络神经元的感受野通常有限（如几百像素），而遥感图像的尺寸通常较大（如遥感图像的长和宽可达几千甚至上万像素），因此，神经元有限的感受野可能会无法获得足够的环境信息，这往往会导致卷积神经网络对遥感图像中的像素的误识别。

如何在尽量保证神经网络的计算量不会大幅提升的同时，提高遥感图像的识别准确率，是一个值得关注的技术问题。

发明内容

本申请实施方式提供一种遥感图像识别的技术方案。

根据本申请实施方式的其中一方面，提供了一种遥感图像识别方法，该方法主要包括：对待识别遥感图像进行降分辨率处理，得到降分辨率处理后的遥感图像；从所述降分辨率处理后的遥感图像中切分出至少一个遥感图像块；从所述至少一个遥感图像块中确定待处理遥感图像块；经由神经网络获得所述待处理遥感图像块中的像素的分类概率信息；根据所述待处理遥感图像块中的像素的分类概率信息确定所述待识别遥感图像的识别结果。

根据本申请实施方式的另一方面，提供了一种遥感图像识别装置，且该装置包括：降分辨率模块，用于对待识别遥感图像进行降分辨率处理，得到降分辨率处理后的遥感图像；遥感图像切分模块，用于从所述降分辨率处理后的遥感图像中切分出至少一个遥感图像块；选取图像块模块，用于从所述至少一个遥感图像块中确定待处理遥感图像块；分类处理模块，用于经由神经网络获得所述待处理遥感图像块中的像素的分类概率信息；确定识别结果模块，用于根据所述待处理遥感图像块中的像素的分类概率信息确定所述待识别遥感图像的识别结果。

根据本申请实施方式的再一个方面，提供了一种电子设备，包括：存储器，用于存储计算机程序；处理器，用于执行所述存储器中存储的计算机程序，且所述计算机程序被执行时，实现本申请任一实施方式所述的方法。

根据本申请实施方式的再一个方面，提供一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，该计算机程序被处理器执行时，实现本申请任一实施方式所述的方法。

根据本申请实施方式的再一个方面，提供一种计算机程序，该计算机程序在被设备中的处理器执行时，实现本申请任一实施方式所述的方法。

基于本申请提供的一种遥感图像识别方法、遥感图像识别装置、电子设备、计算机程序以及计算机可读存储介质，本申请通过从降分辨率处理后的遥感图像中选取遥感图像块，输入神经网络，避免了在每次降分辨率处理后，均将切分出的所有遥感图像块输入神经网络，而导致的神经网络的计算量较大的现象。

下面通过附图和实施方式，对本申请的技术方案做进一步的详细描述。

附图说明

构成说明书的一部分的附图描述了本申请的实施方式，并且连同描述一起用于解释本申请的原理。

参照附图，根据下面的详细描述，可以更加清楚地理解本申请，其中：

图 1 为本申请的遥感图像识别方法的一实施方式的流程示意图；

图 2 为本申请的遥感图像识别方法的另一实施方式的流程示意图；

图 3 为本申请的根据待识别遥感图像的像素的当前置信度选取遥感图像块的一实施方式的流程示意图；

图 4 为本申请的对待识别遥感图像的至少一个像素的当前分类概率信息进行维护的一实施方式的流程示意图；

图 5 为本申请的遥感图像识别装置的一实施方式示意图；

图 6 为实现本申请实施方式的一示例性设备的框图；

图 7 为本申请的一个应用场景示意图。

具体实施方式

现在将参照附图来详细描述本申请的各种示例性实施方式。应该注意到：除非另外具体说明，否则在这些实施方式中阐述的部件和步骤的相对布置、数字表达式和数值不限制本申请的范围。

同时，应当明白，为了便于描述，附图中所示出的各个部分的尺寸并不是按照实际的比例关系绘制的。

以下对至少一个示例性实施方式的描述实际上仅仅是说明性的，决不作为对本申请及其应用或使用的任何限制。

对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论，但在适当情况下，所述技术、方法和设备应当被视为说明书的一部分。

应注意到：相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项，因此，一旦某一项在一附图中被定义，则在随后的附图中不需要对其进行进一步讨论。

本申请实施方式可以应用于终端设备、计算机系统、服务器等电子设备，其可与众多其它通用或者专用计算系统环境或配置一起操作。适于与终端设备、计算机系统、服务器等电子设备一起使用的众所周知的计算系统、环境和/或配置的例子包括但不限于：个人计算机系统、服务器计算机系统、瘦客户

机、厚客户机、手持或膝上设备、基于微处理器的系统、机顶盒、可编程消费电子产品、网络个人电脑、小型计算机系统、大型计算机系统和包括上述任何系统的分布式云计算技术环境，等等。

终端设备、计算机系统、服务器等电子设备可以在由计算机系统执行的计算机系统可执行指令（诸如程序模块）的一般语境下描述。通常，程序模块可以包括例程、程序、目标程序、组件、逻辑以及数据结构等等，它们执行特定的任务或者实现特定的抽象数据类型。计算机系统/服务器可以在分布式云计算环境中实施，分布式云计算环境中，任务是由通过通信网络链接的远程处理设备执行的。在分布式云计算环境中，程序模块可以位于包括存储设备的本地或者远程计算系统存储介质上。

示例性实施例

本申请提供的用于实现遥感图像识别的技术方案可以由单片机、FPGA（Field Programmable Gate Array，现场可编程门阵列）、微处理器、智能移动电话、笔记型计算机、平板电脑、台式计算机或者服务器等能够运行计算机程序（也可以称为程序代码）的电子设备实现，且该计算机程序可以存储于闪存、缓存、硬盘或者光盘等计算机可读存储介质中。

下面结合图 1 至图 7 对本申请提供的用于实现遥感图像识别的技术方案进行说明。

图 1 为本申请的遥感图像识别方法的一实施方式的流程示意图。如图 1 所示，本实施方式的遥感图像识别方法主要包括：操作 S100、操作 S110、操作 S120、操作 S130 以及操作 S140。下面对本申请的各项操作进行详细说明。

S100、对待识别遥感图像进行降分辨率处理，得到降分辨率处理后的遥感图像。

在一个可选示例中，本申请可以采用多种方式对待识别遥感图像进行降分辨率处理，例如，本申请预先设置有缩小比例集合，该缩小比例集合包括至少两个不同的缩小值，本申请可以从缩小比例集合中选取一个未被采用过的缩小值，并根据选取出的缩小值对待识别遥感图像进行降分辨率处理。另外，本申请在选取未被采用过的缩小值时，通常会优先选取未被采用过的最小的缩小值。再有，本申请还可以采用池化处理或者降采样处理等方式对待识别遥感图像进行降分辨率处理。本申请不限制对待识别遥感图像进行降分辨率处理的实现方式。

在一个可选示例中，S100 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行，也可以由被处理器运行的降分辨率模块 500 执行。

S110，从降分辨率处理后的遥感图像中切分出至少一个遥感图像块。

在一个可选示例中，本申请通常是根据神经网络对输入图像的大小要求将降分辨率处理后获得的遥感图像切分为多个遥感图像块，切分出的所有遥感图像块的大小通常完全相同。切分出的每一个遥感图像块分别对应待识别遥感图像中的一个区域，不同遥感图像块对应区域不相同。遥感图像块对应的区域的大小通常与缩小值以及神经网络对输入图像的大小要求相关；一个例子，在神经网络对输入图像的大小要求为 561×561 ，且降分辨率处理为降二分之一分辨率处理的情况下，本申请切分出的遥感图像块对应待识别遥感图像中的区域的大小为 1122×1122 ，例如，切分出的第一个遥感图像块对应待识别遥感图像中的左上角 1122×1122 大小的区域，切分出的最后一个遥感图像块对应待识别遥感图像中的右下角 1122×1122 大小的区域。本申请不限制切分出的遥感图像块的数量以及遥感图像块的大小。

在一个可选示例中，S101 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行，也可以由被处理器运行的遥感图像切分模块 510 执行。

S120，从至少一个遥感图像块中确定待处理遥感图像块。

在一个可选示例中，在第一次执行降分辨率处理的情况下，本申请可以将所有遥感图像块均作为待处理遥感图像块，而在非第一次执行降分辨率处理的情况下，本申请确定出的待处理遥感图像块的数量通常会小于当前切分出的所有遥感图像块的数量。

在一个可选示例中，在非第一次执行降分辨率处理的情况下，本申请可以根据待识别遥感图像的像素的当前置信度对切分出的至少一个遥感图像块进行选取，选取出的遥感图像块即为待处理遥感图像块。一个可选的例子，本申请先根据待识别遥感图像中的至少一个像素的当前分类概率信息确定至少一个像素的当前置信度，例如，针对待识别遥感图像中的一像素，计算该像素的最大分类概率值与次大分类概率值的比值，将计算出的该比值作为该像素的当前置信度，依据该处理可以获得待识别遥感图像中的所有像素的当前置信度。然后，统计遥感图像块所对应的待识别遥感图像区域中像素的当前置信度达到预定置信度的像素数量，并将达到预定置信度的像素数量不符合预定要求的遥感图像块确定为待处理遥感图像块，例如，针对一遥感图像块而言，在达到预定置信度的像素数量与该遥感图像块所对应的待识别遥感图像区域中所有像素的数量的比值小于预定比值的情况下，可以将该遥感图像块确定为待处理遥感图像块。

在一个可选示例中，本申请可以利用下述两种方式获得待识别遥感图像的至少一个像素的当前分类概率信息：

方式一，在第一次执行降分辨率处理的情况下，将神经网络输出的每个待处理遥感图像块中至少一个像素的分类概率信息映射到待识别遥感图像中，获得待识别遥感图像的至少一个像素的分类概率信息。本申请可以将当前获得的待识别遥感图像的至少一个像素的分类概率信息作为待识别遥感图像的至少一个像素的当前分类概率信息。

方式二、在非第一次执行降分辨率处理的情况下，将神经网络输出的每个待处理遥感图像块中至少一个像素的分类概率信息映射到待识别遥感图像中，获得待识别遥感图像的至少一个像素的分类概率信息，并根据本次获得的待识别遥感图像的至少一个像素的分类概率信息更新待识别遥感图像的相应像素的当前分类概率信息，例如，计算本次获得的待识别遥感图像的至少一个像素的分类概率信息与待识别遥感图像中相应像素的当前分类概率信息的平均值，并利用计算出的平均值更新待识别遥感图像中相应像素的当前分类概率信息。在更新处理后，本申请获得待识别遥感图像的至少一个像素的当前分类概率信息。

在一个可选示例中，S102 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行，也可以由被处理器运行的选取图像块模块 520 执行。

S130，经由神经网络获得待处理遥感图像块中的像素的分类概率信息。

在一个可选示例中，本申请中的神经网络可以为卷积神经网络，本申请不限制神经网络的表现形式。本申请通过对待识别遥感图像进行降分辨率处理，并将降分辨率处理后的遥感图像中的待处理的图像块输入神经网络中，有利于提高神经网络中的神经元的感受野，从而有利于避免神经网络对遥感图像的像素误识别。

在一个可选示例中，本申请中的神经网络是利用具有多种不同分辨率的遥感图像样本训练获得的。例如，所有遥感图像样本各自的分辨率，属于缩小比例集合中的每个缩小值分别对应的分辨率。作为一个例子，缩放比例集合包括：第一缩小值、第二缩小值和第三缩小值，第一缩小值对应第一分辨率，第二缩小值对应第二分辨率，第三缩小值对应第三分辨率，则本申请可以利用具有第一分辨率的遥感图像

样本、具有第二分辨率的遥感图像样本以及具有第三分辨率的遥感图像样本来对待训练的神经网络进行训练，成功训练的神经网络可以用于本申请的遥感图像识别。

在一个可选示例中，S103 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行，也可以由被处理器运行的分类处理模块 530 执行。

S140，根据待处理遥感图像块中的像素的分类概率信息确定待识别遥感图像的识别结果。

在一个可选示例中，本申请会响应于缩小比例集合中不存在未被采用过的缩小值或者从至少一个遥感图像块中无法确定出待处理遥感图像块，从而执行根据待处理遥感图像块中的像素的分类概率信息确定待识别遥感图像的识别结果的操作，例如，针对待识别遥感图像中的一像素而言，确定该像素的当前分类概率信息中的属于每个类别的概率值中的最大概率值，将该最大概率值以及该最大概率值对应的类别，作为该像素的识别结果。

在一个可选示例中，S104 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行，也可以由被处理器运行的确定识别结果模块 540 执行。

图 2 为本申请的遥感图像识别方法的另一实施方式的流程示意图。

如图 2 所示，本实施方式的遥感图像识别方法主要包括：操作 S200、操作 S210、操作 S220 以及操作 S230。

S200，根据缩小比例集合中未被使用过的最小缩小值对待识别遥感图像进行降分辨率处理。

在一个可选示例中，缩小比例集合由多个缩小值形成，每一个缩小值的取值均大于零且不超过 1。在通常情况下，缩小比例集合包括至少两个缩小值，一个可选的例子， $S_r = [0.25, 0.5, 1.0]$ ， S_r 表示缩小比例集合，其中的 0.25、0.5 和 1 为缩小比例集合中的缩小值，0.25 表示将待识别遥感图像的分辨率降低到原分辨率的四分之一，0.5 表示将待识别遥感图像的分辨率降低到原分辨率的二分之一，1 表示待识别遥感图像的分辨率。本实施例将 1 作为是一种特殊的缩小值，例如，可以认为是指使待识别遥感图像保持原分辨率的缩小值。本申请不限制缩小比例集合中所包含的缩小值的取值大小以及所包含的缩小值的数量。

在一个可选示例中，本申请应按照缩小值从小到大的排列顺序，每次从缩小比例集合中选取一个缩小值，并根据选取的缩小值对待识别遥感图像进行降分辨率处理。被选取的缩小值即成为被使用过的缩小值。

在一个可选示例中，S200 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行，也可以由被处理器运行的降分辨率模块 500 执行。

S210，将降分辨率处理后的遥感图像切分为至少一个遥感图像块。

在一个可选示例中，本申请通常是根据神经网络对输入图像的大小要求将降分辨率处理后获得的遥感图像切分为多个遥感图像块，切分出的所有遥感图像块的大小通常完全相同。切分出的每一个遥感图像块分别对应待识别遥感图像中的一个区域，不同遥感图像块对应区域不相同。遥感图像块对应的区域的大小通常与缩小值以及神经网络对输入图像的大小要求相关；一个例子，在神经网络对输入图像的大小要求为 561×561 ，且降分辨率处理为降二分之一分辨率处理的情况下，本申请切分出的遥感图像块对应待识别遥感图像中的区域的大小为 1122×1122 ，例如，切分出的第一个遥感图像块对应待识别遥感图像中的左上角 1122×1122 大小的区域，切分出的最后一个遥感图像块对应待识别遥感图像中的右下角 1122×1122 大小的区域。本申请不限制切分出的遥感图像块的数量以及遥感图像块的大小。

在一个可选示例中，S201 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行，也可以由被处理器运行的遥感图像切分模块 510 执行。

S220，根据待识别遥感图像的像素的当前置信度从至少一个遥感图像块中选取遥感图像块，并经由神经网络获得选取出的每个遥感图像块中至少一个像素的分类概率信息。其中，选取出的遥感图像块即为上述待处理遥感图像块。

在一个可选示例中，在第一次执行降分辨率处理的情况下，本申请通常会将切分出的所有遥感图像块均作为选取出的遥感图像块。本申请可以认为在第一次执行降分辨率处理的情况下，待识别遥感图像的像素的当前置信度被初始化为 0，因此，切分出的所有遥感图像块均会被选取出来，并分别输入到神经网络中，从而经由神经网络可以获得本次切分出的所有遥感图像块的所有像素的分类概率信息，本次获得的所有遥感图像块的所有像素的分类概率信息可以用于更新待识别遥感图像的像素的当前置信度。一个可选的例子，设定本申请的神经网络可以针对 C 个类别进行分类处理，在每个遥感图像块分别经由神经网络之后，本申请可以获得所有遥感图像块中的所有像素分别针对 C 个类别的分类概率信息。

在一个可选示例中，在非第一次执行降分辨率处理的情况下，本申请通常会根据待识别遥感图像的像素的当前置信度，从本次切分出的所有遥感图像块中选取遥感图像块。需要特别说明的是，本次选取出的遥感图像块有可能为本次切分出的所有遥感图像块，也有可能为本次切分出的所有遥感图像块中的部分遥感图像块；当然，还有可能无法从本次切分出的所有遥感图像块中选取出任一个遥感图像块。

本申请通过对待识别遥感图像进行降分辨率处理，并将降分辨率处理后的遥感图像中的图像块输入神经网络（如卷积神经网络）中，有利于提高神经网络（如卷积神经网络）神经元的感受野，从而有利于避免神经网络对遥感图像的像素误识别。

在一个可选示例中，S202 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行，也可以由被处理器运行的选取图像块模块 520 和分类处理模块 530 执行。

本申请根据待识别遥感图像的像素的当前置信度选取遥感图像块（即待处理遥感图像块）的一个可选例子如图 3 所示。

图 3 中，300，根据待识别遥感图像的至少一个像素的当前分类概率信息确定至少一个像素的当前置信度。

在一个可选示例中，本申请中的待识别遥感图像的至少一个像素的当前分类概率信息，是基于神经网络针对历次输入的至少一个遥感图像块输出的遥感图像块中的至少一个像素的分类概率信息而形成的。本申请在每一次执行降分辨率处理的过程中，都需要对待识别遥感图像的至少一个像素的当前分类概率信息进行维护（如更新待识别遥感图像的至少一个像素的当前分类概率信息）。本申请对待识别遥感图像的至少一个像素的当前分类概率信息进行维护的方式可以参见下述针对图 4 的描述。

在一个可选示例中，针对待识别遥感图像中的任一像素 (i, j) ，本申请根据待识别遥感图像的该像素 (i, j) 的当前分类概率信息确定该像素 (i, j) 的当前置信度的方式可以为：设定神经网络能够从遥感图像中识别出 C 个类别，像素 (i, j) 的当前分类概率信息中会包括 C 个概率值，本申请可以从这 C 个概率值中，挑选出最大概率值和次大概率值（即第 2 大概率值），并计算挑选出的最大分类概率值与次大分类概率值的比值，本申请可以将该比值作为该像素 (i, j) 的当前置信度。本申请也可以根据待识别遥感图像的至少一个像素的当前分类概率信息采用其他方式确定待识别遥感图像的至少一个像素的当前置信度，本申请不限制确定待识别遥感图像的至少一个像素的当前置信度的方式。

在一个可选示例中，S300 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行，也可以由被处理器运行的第一单元执行。

310，统计遥感图像块所对应的待识别遥感图像区域中至少一个像素的当前置信度达到预定置信度的像素数量。

在一个可选示例中，本申请中的预定置信度的大小可以根据实际需求设置，例如，预定置信度可以设置为 4。续前例，在遥感图像块对应待识别遥感图像中的区域的大小为 1122×1122 的情况下，针对一个遥感图像块而言，本申请可以对 1122×1122 个像素的当前置信度分别进行是否达到预定置信度的判断，从而可以统计出达到预定置信度的像素数量。

在一个可选示例中，S301 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行，也可以由被处理器运行的第二单元执行。

320，将达到预定置信度的像素数量不符合预定要求的遥感图像块作为选取出的遥感图像块。

在一个可选示例中，针对任一遥感图像块而言，如果该遥感图像块所对应的待识别遥感图像区域中达到预定置信度的像素数量与该区域中的至少一个像素的数量的比值未达到预定比值，则可以将该遥感图像块作为选取出的遥感图像块，输入至神经网络中，从而经由该神经网络获得该遥感图像块中至少一个像素的分类概率信息；如果上述比值达到预定比值，则不需要将该遥感图像块输入至神经网络中。本申请中的预定比值可以根据实际需求设置，例如，该预定比值可以设置为 0.97 等。

另外，本申请也可以采用其他方式来确定出不符合预定要求的遥感图像块，例如，在判断出该遥感图像块所对应的待识别遥感图像区域中达到预定置信度的像素数量与该区域中的未达到预定置信度的像素数量的差值达到预定差值的情况下，则可以将该遥感图像块作为选取出的遥感图像块，输入至神经网络中，否则，不需要将该遥感图像块输入至神经网络中；再例如，在判断出该遥感图像块所对应的待识别遥感图像区域中达到预定置信度的像素数量与该区域中的未达到预定置信度的像素数量的比值未达到预定比值的情况下，则可以将该遥感图像块作为选取出的遥感图像块，输入神经网络中，否则，不需要将该遥感图像块输入至神经网络中。本申请不限制确定出不符合预定要求的遥感图像块的实现方式。

在一个可选示例中，S302 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行，也可以由被处理器运行的第三单元执行。

本申请对待识别遥感图像的至少一个像素的当前分类概率信息进行维护的一个例子如图 4 所示。

图 4 中，S400，本申请的遥感图像识别方法开始。可选的，本申请可以在遥感图像识别方法开始时，初始化待识别遥感图像的至少一个像素的当前分类概率信息，如将待识别遥感图像的至少一个像素的当前分类概率信息均设置为 0。当然，不针对待识别遥感图像的至少一个像素的当前分类概率信息执行初始化操作，也是完全可行的。

在本申请第一次执行降分辨率处理的情况下，触发操作 S410 的执行。

在本申请第二次或者第三次等非第一次执行降分辨率处理的情况下，触发操作 S440 的执行。

S410，将本次降分辨率处理后的遥感图像所切分出的所有遥感图像块均输入至神经网络中，从而神经网络会针对切分出的所有遥感图像分别输出每个遥感图像块中至少一个像素的分类概率信息。到操作 S420。

S420，将神经网络输出的每个遥感图像块中的至少一个像素的分类概率信息分别映射到待识别遥

感图像中，从而获得待识别遥感图像的至少一个像素的分类概率信息。到操作 S430。

在一个可选示例中，在本申请第一次执行降分辨率处理的情况下，基于神经网络输出的每个遥感图像块中的所有像素的分类概率信息，而获得待识别遥感图像中的任一像素 (i, j) 的分类概率信息 P_{ij}^1 可以表示为：

$$P_{ij}^1 = [P_{ij,1}^1, P_{ij,2}^1, \dots, P_{ij,C}^1];$$

其中， P_{ij}^1 、 $P_{ij,1}^1$ 、 $P_{ij,2}^1$ 和 $P_{ij,C}^1$ 中的上角标处 1 表示第一次执行降分辨率处理，C 表示神经网络进行分类的类别数量， $P_{ij,1}^1$ 表示在第一次执行降分辨率处理的情况下，待识别遥感图像中的任一像素 (i, j) 属于第一类别的分类概率信息， $P_{ij,2}^1$ 表示在第一次执行降分辨率处理的情况下，待识别遥感图像中的任一像素 (i, j) 属于第二类别的分类概率信息， $P_{ij,C}^1$ 表示在第一次执行降分辨率处理的情况下，待识别遥感图像中的任一像素 (i, j) 属于第 C 类别的分类概率信息。

S430，将本次获得的待识别遥感图像的至少一个像素的分类概率信息作为待识别遥感图像的相应像素的当前分类概率信息，例如，待识别遥感图像的任一像素 (i, j) 的当前分类概率信息为：

$$P_{ij} = [P_{ij,1}, P_{ij,2}, \dots, P_{ij,C}].$$

在一个可选示例中，S420 和 S430 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行，也可以由被处理器运行的第四单元执行。

S440，从本次降分辨率处理后的遥感图像所切分出的所有遥感图像块中选取遥感图像块，将选取出的遥感图像块输入至神经网络中。到操作 S450。

本申请选取遥感图像块的过程的一个例子可以参见上述针对图 3 的描述，在此不再重复说明。

S450，将神经网络输出的每个遥感图像块中的至少一个像素的分类概率信息分别映射到待识别遥感图像中，从而获得待识别遥感图像的至少一个像素的分类概率信息。到操作 S460。

在一个可选示例中，在本申请第 n 次 (n 大于 1) 执行降分辨率处理的情况下，基于神经网络输出的每个遥感图像块中的所有像素的分类概率信息，而获得待识别遥感图像中的任一像素 (i, j) 的分类概率信息 P_{ij}^n 可以表示为： $P_{ij}^n = [P_{ij,1}^n, P_{ij,2}^n, \dots, P_{ij,C}^n]$ ；

其中， P_{ij}^n 、 $P_{ij,1}^n$ 、 $P_{ij,2}^n$ 和 $P_{ij,C}^n$ 中的上角标处 n 表示第 n 次执行降分辨率处理，C 表示神经网络进行分类的类别数量， $P_{ij,1}^n$ 表示在第 n 次执行降分辨率处理的情况下，待识别遥感图像中的任一像素 (i, j) 属于第一类别的分类概率信息， $P_{ij,2}^n$ 表示在第 n 次执行降分辨率处理的情况下，待识别遥感图像中的任一像素 (i, j) 属于第二类别的分类概率信息， $P_{ij,C}^n$ 表示在第 n 次执行降分辨率处理的情况下，待识别遥感图像中的任一像素 (i, j) 属于第 C 类别的分类概率信息。需要特别说明的是，如果待识别遥感图像中的像素 (i, j) 属于本次降分辨率处理过程选取出的遥感图像块映射到待识别遥感图像中的区

域的像素, 则 P_{ij}^n 为神经网络输出的相应像素的分类概率信息, 而如果像素 (i, j) 不属于本次降分辨率处理过程选取出的遥感图像块映射到待识别遥感图像中的区域的像素, 则本申请可以将 P_{ij}^n 设置为 0。

在一个可选示例中, S450 可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行, 也可以由被处理器运行的第五单元执行。

S460, 利用本次获得的待识别遥感图像的至少一个像素的分类概率信息更新待识别遥感图像的相应像素的当前分类概率信息。

在一个可选示例中, 在第二次或第三次等非第一次执行降分辨率处理的情况下, 本申请是通过累积历次分别获得的每个待处理遥感图像块中所有像素的分类概率信息来获得待识别遥感图像的所有像素的当前分类概率信息的。

设定在第一次执行降分辨率处理的情况下, 本申请获得的待识别遥感图像中的任一像素 (i, j) 的分类概率信息为 $P_{ij}^1 = [P_{ij,1}^1, P_{ij,2}^1, \dots, P_{ij,C}^1]$, 从而本申请将 $P_{ij}^1 = [P_{ij,1}^1, P_{ij,2}^1, \dots, P_{ij,C}^1]$ 记录为待识别遥感图像中的任一像素 (i, j) 的当前分类概率信息 $P_{ij} = [P_{ij,1}, P_{ij,2}, \dots, P_{ij,C}]$;

在第二次执行降分辨率处理的情况下, 本申请基于神经网络获得的待识别遥感图像中的任一像素 (i, j) 的分类概率信息可以表示为 $P_{ij}^2 = [P_{ij,1}^2, P_{ij,2}^2, \dots, P_{ij,C}^2]$, 其中, 如果待识别遥感图像中的像素 (i, j) 属于第二次降分辨率处理过程选取出的遥感图像块映射到待识别遥感图像中的区域的像素, 则 P_{ij}^2 为神经网络输出的相应像素的分类概率信息, 而如果待识别遥感图像中的像素 (i, j) 不属于第二次降分辨率处理过程选取出的遥感图像块映射到待识别遥感图像中的区域的像素, 则 P_{ij}^2 为 0; 本申请可以针对非 0 的 P_{ij}^2 , 计算 $P_{ij}^1 = [P_{ij,1}^1, P_{ij,2}^1, \dots, P_{ij,C}^1]$ 和 $P_{ij}^2 = [P_{ij,1}^2, P_{ij,2}^2, \dots, P_{ij,C}^2]$ 的平均值, 并利用计算出的平均值更新待识别遥感图像中的相应像素 (i, j) 的当前分类概率信息 $P_{ij} = [P_{ij,1}, P_{ij,2}, \dots, P_{ij,C}]$ 。

在第三次执行降分辨率处理的情况下, 本申请基于神经网络获得的待识别遥感图像中的任一像素 (i, j) 的分类概率信息可以表示为 $P_{ij}^3 = [P_{ij,1}^3, P_{ij,2}^3, \dots, P_{ij,C}^3]$, 其中, 如果待识别遥感图像中的像素 (i, j) 属于第三次降分辨率处理过程选取出的遥感图像块映射到待识别遥感图像中的区域的像素, 则 P_{ij}^3 为神经网络输出的相应像素的分类概率信息, 而如果待识别遥感图像中的像素 (i, j) 不属于第三次降分辨率处理过程选取出的遥感图像块映射到待识别遥感图像中的区域的像素, 则 P_{ij}^3 为 0; 本申请可以针对非 0 的 P_{ij}^3 , 计算 $P_{ij}^1 = [P_{ij,1}^1, P_{ij,2}^1, \dots, P_{ij,C}^1]$ 、 $P_{ij}^2 = [P_{ij,1}^2, P_{ij,2}^2, \dots, P_{ij,C}^2]$ 和 $P_{ij}^3 = [P_{ij,1}^3, P_{ij,2}^3, \dots, P_{ij,C}^3]$ 的平均值, 并利用计算出的平均值更新待识别遥感图像中的相应像素 (i, j) 的当前分类概率信息 $P_{ij} = [P_{ij,1}, P_{ij,2}, \dots, P_{ij,C}]$ 。

以此类推, 根据上述针对在第二次以及第三次执行降分辨率处理的情况下, 所执行的更新待识别遥感图像的所有像素的当前分类概率信息的过程, 可以得知在第四次或第五次等非第一次 (第 n 次) 执行

降分辨率处理的情况下,所执行的更新待识别遥感图像的所有像素的当前分类概率信息的过程其实是对历次的分类概率信息进行融合,例如,对 P_{ij}^1 、..... P_{ij}^n 进行融合,形成更新后的待识别遥感图像的所有像素的当前分类概率信息。然而,本申请在选取需要输入神经网络的遥感图像块时,所依据的待识别遥感图像的所有像素的当前分类概率信息是针对之前历次的分类概率信息进行融合的结果,例如,针对 P_{ij}^1 、..... P_{ij}^{n-1} 进行融合的结果。

在一个可选示例中,S460可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行,也可以由被处理器运行的第六单元执行。

S230,在缩小比例集合中不存在未被使用过的最小缩小值或者从至少一个遥感图像块中选取不出遥感图像块的情况下,根据基于每个选取出的遥感图像块中至少一个像素的分类概率信息形成的待识别遥感图像中至少一个像素的分类概率信息确定待识别遥感图像的识别结果,否则,返回上述S200。

在一个可选示例中,在缩小比例集合中不存在未被使用过的最小缩小值的情况下,本申请可以根据待识别遥感图像中所有像素的当前分类概率信息确定待识别遥感图像的识别结果,即本申请针对 P_{ij}^1 、.....以及 P_{ij}^n 进行融合后,获得 $P_{ij} = [P_{ij,1}, P_{ij,2}, \dots, P_{ij,C}]$,将 $P_{ij,1}, P_{ij,2}, \dots, P_{ij,C}$ 中的最大概率值作为待识别遥感图像中像素(i, j)的识别结果。

在一个可选示例中,在从至少一个遥感图像块中选取不出遥感图像块的情况下,本申请可以根据待识别遥感图像中所有像素的当前分类概率信息确定待识别遥感图像的识别结果,即本申请针对 P_{ij}^1 、.....以及 P_{ij}^{n-1} 进行融合后,获得 $P_{ij} = [P_{ij,1}, P_{ij,2}, \dots, P_{ij,C}]$,将 $P_{ij,1}, P_{ij,2}, \dots, P_{ij,C}$ 中的最大概率值作为待识别遥感图像中像素(i, j)的识别结果。

在一个可选示例中,S230可以由处理器调用存储器存储的相应指令执行,也可以由被处理器运行的确定识别结果模块540执行。

在一个可选示例中,本申请在对神经网络进行训练时,所采用的遥感图像样本通常是包括多种分辨率的遥感图像样本,且不同分辨率的数量通常与缩小比例集合中的缩小值的数量相关,例如,在缩小比例集合包括三种缩小值的情况下,样本数据集中应至少包括这三种缩小值所对应的分辨率的遥感图像样本,每一个遥感图像样本均具有标注信息(如掩膜标注信息等)。通常情况下,在样本数据集中,不同分辨率的遥感图像样本的数量大致相同。本申请通过利用样本数据集中的具有不同分辨率的遥感图像样本对神经网络进行训练,有利于提高神经网络针对输入的待处理遥感图像块而输出分类概率信息的准确度,从而有利于提高神经网络对遥感图像识别的准确率。

遥感图像通常不同于传统意义上的照片或者图片或者视频帧等图像,遥感图像的尺寸通常较大,如遥感图像的长和宽可达几千甚至上万像素,如果直接利用神经网络对待识别的遥感图像进行识别处理,一方面,可能会由于神经元有限的感受野而使识别结果的可靠性受到不良影响,另一方面,神经网络的计算成本以及时间成本可能会较高。本申请通过对待识别的遥感图像进行降分辨率处理,并使神经网络针对降分辨率处理后的遥感图像进行处理,有利于降低神经网络的计算成本以及时间成本。本申请通过从降分辨率处理后的遥感图像中选取遥感图像块,输入神经网络,有利于降低神经网络针对降分辨率处

理后的遥感图像中的相应的局部区域进行识别处理的计算量。由于本申请在降分辨率处理过程中,可以根据待识别遥感图像中的像素的当前置信度来选取遥感图像块,从而对于待识别遥感图像中的一些易于辨识的图像区域而言,由于神经网络对其辨识的准确度较高,因此,在每次降分辨率处理后,均使神经网络针对这样的图像区域反复进行分类处理,对于该图像区域的最终分类结果的准确度的贡献并不突出;而对于待识别遥感图像中的一些不易辨识的复杂的图像区域而言,使神经网络针对这样的图像区域反复进行分类处理,对于该图像区域的最终分类结果的准确度的贡献较为突出。再有,在多次降分辨率的过程中,通过使前一次降分辨率处理后的遥感图像的分辨率小于后一次降分辨率处理后的遥感图像的分辨率,这样,如果前一次降分辨率处理后的一图像块的识别结果的准确度,已经满足要求,则本申请可以不对后一次降分辨率处理后的相应区域中的图像块进行识别处理,从而可以在较大程度上减少神经网络的计算量以及处理时间。由此可知,本申请提供的技术方案有利于在保证遥感图像识别准确率的情况下,降低神经网络的时间和计算成本,提高神经网络的遥感图像识别效率。

在一个实际测试过程中,在由 209 张高分 1 号 (GF-1) 卫星的 PMS (Panchromatic and Multispectral Scanners, 全色多光谱图像) 的遥感图像验证集上,使用本申请的技术方案,在缩小比例集合中的缩小值为 0.5 和 1.0 的情况下,相对于现有技术中的遥感图像识别而言,计算量大致可以减少 35%,而识别精度却略有提升,例如, mIoU 可以由 0.8366 提升至 0.8383。

本申请实施例提供的任一种遥感图像识别可以由任意适当的具有数据处理能力的设备执行,包括但不限于:终端设备和服务器等。或者,本申请实施例提供的任一种遥感图像识别方法可以由处理器执行,如处理器通过调用存储器存储的相应指令来执行本申请实施例提及的任一种遥感图像识别方法。下文不再赘述。

本领域普通技术人员可以理解:实现上述方法实施例的全部或部分操作可以通过程序指令相关的硬件来完成,前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中,该程序在执行时,执行包括上述方法实施例的操作;而前述的存储介质包括:ROM、RAM、磁碟或者光盘等至少一个种可以存储程序代码的介质。

图 5 为本申请的遥感图像识别装置的一实施例的结构示意图。如图 5 所示,该实施例的装置主要包括:降分辨率模块 500、遥感图像切分模块 510、选取图像块模块 520、分类处理模块 530 以及确定识别结果模块 540。可选的,该装置还可以包括:训练模块 550。

降分辨率模块 500 主要用于对待识别遥感图像进行降分辨率处理,得到降分辨率处理后的遥感图像。例如,降分辨率模块 500 可以用于根据缩小比例集合中未被采用过的缩小值对待识别遥感图像进行降分辨率处理。该缩小比例集合包括:至少两个不同的缩小值,且较小的缩小值会优先于较大的缩小值,而被降分辨率模块 500 所采用。降分辨率模块 500 执行的操作可以参见上述针对图 1 中的 S100 以及图 2 中的 S200 的描述,在此不再重复说明。

遥感图像切分模块 510 主要用于从降分辨率模块 500 执行降分辨率处理后的遥感图像中切分出至少一个遥感图像块。遥感图像切分模块 510 执行的操作可以参见上述针对图 1 中的 S110 以及图 2 中的 S210 的描述,在此不再重复说明。

选取图像块模块 520 主要用于从遥感图像切分模块 510 切分出的遥感图像块中确定待处理遥感图像块。可选的,在本申请的装置第一次执行降分辨率处理的情况下,选取图像块模块 520 可以将遥感图像切分模块 510 切分出的所有遥感图像块均作为待处理遥感图像块。在本申请的装置非第一次执行降分辨率

率处理的情况下,选取图像块模块 520 选取出的待处理遥感图像块的数量小于或等于遥感图像切分模块当前切分出的遥感图像块的数量。例如,在非第一次执行降分辨率处理的情况下,选取图像块模块 520 可以根据待识别遥感图像的像素的当前置信度从遥感图像切分模块 510 切分出的遥感图像块中选取待处理遥感图像块。

在一个可选示例中,选取图像块模块 520 可以包括:第一单元、第二单元以及第三单元。其中的第一单元主要用于根据待识别遥感图像包括的多个像素中至少一个像素的当前分类概率信息确定至少一个像素的当前置信度;第二单元主要用于统计遥感图像块所对应的待识别遥感图像区域中至少一个像素的当前置信度达到预定置信度的像素数量;第三单元主要用于将达到预定置信度的像素数量不符合预定要求的遥感图像块确定为待处理遥感图像块。例如,针对一遥感图像块而言,在达到预定置信度的像素数量与该遥感图像块所对应的待识别遥感图像区域中至少一个像素的数量的比值小于预定比值的情况下,第三单元将该遥感图像块确定为待处理遥感图像块。第一单元执行的操作可以参见上述针对图 3 中的 S300 中的描述,第二单元执行的操作可以参见上述针对图 3 中的 S310 中的描述,第三单元执行的操作可以参见上述针对图 3 中的 S320 中的描述,在此不再重复说明。

在一个可选示例中,选取图像块模块 520 还可以包括:第四单元、第五单元以及第六单元。第四单元主要用于在第一次执行降分辨率处理的情况下,将神经网络输出的每个待处理遥感图像块中至少一个像素的分类概率信息映射到待识别遥感图像中,获得待识别遥感图像的至少一个像素的分类概率信息。其中的待识别遥感图像的至少一个像素的分类概率信息被作为待识别遥感图像的至少一个像素的当前分类概率信息。第五单元主要用于在非第一次执行降分辨率处理的情况下,将神经网络输出的每个待处理遥感图像块中至少一个像素的分类概率信息映射到待识别遥感图像中,获得待识别遥感图像的至少一个像素的分类概率信息。第六单元主要用于根据本次获得的待识别遥感图像的至少一个像素的分类概率信息更新所述待识别遥感图像的相应像素的当前分类概率信息。例如,第六单元可以用于计算本次获得的待识别遥感图像的至少一个像素的分类概率信息与待识别遥感图像中相应像素的当前分类概率信息的平均值,并利用计算出的平均值更新待识别遥感图像中相应像素的当前分类概率信息。第四单元执行的操作可以参见上述针对图 4 中的 S420 以及 S430 中的描述,第五单元执行的操作可以参见上述针对图 4 中的 S450 中的描述,第六单元执行的操作可以参见上述针对图 4 中的 S460 中的描述,在此不再重复说明。

分类处理模块 530 主要用于经由神经网络获得待处理遥感图像块中的像素的分类概率信息。分类处理模块 530 执行的操作可以参见上述针对图 1 中的 S130 以及图 2 中的 S220 中的相关描述,在此不再重复说明。

确定识别结果模块 540 主要用于根据待处理遥感图像块中的像素的分类概率信息确定待识别遥感图像的识别结果。例如,确定识别结果模块 540 可以响应于缩小比例集合中不存在未被采用过的缩小值或者确定出遥感图像切分模块 510 切分出的遥感图像块中不存在待处理遥感图像块,而根据待处理遥感图像块中的像素的分类概率信息确定所述待识别遥感图像的识别结果。例如,针对待识别遥感图像中的一像素而言,确定识别结果模块 540 确定该像素的当前分类概率信息中的属于每个类别的概率值中的最大概率值,将该最大概率值以及该最大概率值对应的类别,作为该像素的识别结果。确定识别结果模块 540 执行的操作可以参见上述针对图 1 中的 S140 以及图 2 中的 S230 中的描述,在此不再重复说明。

训练模块 550 主要用于利用遥感图像样本对神经网络进行训练。其中的遥感图像样本的分辨率包

括：根据缩小比例集合中的每个缩小值分别对遥感图像进行降分辨率处理，所获得的每个遥感图像的分辨率。例如，缩放比例集合包括：第一缩小值、第二缩小值和第三缩小值，第一缩小值对应第一分辨率，第二缩小值对应第二分辨率，第三缩小值对应第三分辨率，则训练模块 550 可以利用具有第一分辨率的遥感图像样本、具有第二分辨率的遥感图像样本以及具有第三分辨率的遥感图像样本，来对待训练的神经网络进行训练，成功训练的神经网络可以用于本申请的遥感图像识别。

示例性设备

图 6 示出了适于实现本申请的示例性设备 600，设备 600 可以是汽车中配置的控制系统/电子系统、移动终端（例如，智能移动电话等）、个人计算机（PC，例如，台式计算机或者笔记型计算机等）、平板电脑以及服务器等。图 6 中，设备 600 包括一个或者多个处理器、通信部等，所述一个或者多个处理器可以为：一个或者多个中央处理单元（CPU）601，和/或，一个或者多个利用神经网络进行遥感图像识别的加速单元 613 等，加速单元 613 可包括但不限于 GPU、FPGA、其他类型的专用处理器等，处理器可以根据存储在只读存储器（ROM）602 中的可执行指令或者从存储部分 608 加载到随机访问存储器（RAM）603 中的可执行指令而执行各种适当的动作和处理。通信部 612 可以包括但不限于网卡，所述网卡可以包括但不限于 IB（Infiniband）网卡。处理器可与只读存储器 602 和/或随机访问存储器 603 中通信以执行可执行指令，通过总线 604 与通信部 612 相连、并经通信部 612 与其他目标设备通信，从而完成本申请中的相应操作。

上述各指令所执行的操作可以参见上述方法实施例中的相关描述，在此不再详细说明。

此外，在 RAM 603 中，还可以存储有装置操作所需的各种程序以及数据。CPU601 或加速单元 613、ROM602 以及 RAM603 通过总线 604 彼此相连。在有 RAM603 的情况下，ROM602 为可选模块。RAM603 存储可执行指令，或在运行时向 ROM602 中写入可执行指令，可执行指令使处理器执行上述方法对应的操作。输入/输出（I/O）接口 605 也连接至总线 604。通信部 612 可以集成设置，也可以设置为具有多个子模块（例如，多个 IB 网卡），并分别与总线连接。

以下部件连接至 I/O 接口 605：包括键盘、鼠标等的输入部分 606；包括诸如阴极射线管（CRT）、液晶显示器（LCD）等以及扬声器等的输出部分 607；包括硬盘等的存储部分 608；以及包括诸如 LAN 卡、调制解调器等网络接口卡的通信部分 609。通信部分 609 经由诸如因特网的网络执行通信处理。驱动器 610 也根据需要连接至 I/O 接口 605。可拆卸介质 611，诸如磁盘、光盘、磁光盘、半导体存储器等等，根据需要安装在驱动器 610 上，以便于从其上读出的计算机程序根据需要被安装在存储部分 608 中。

需要特别说明的是，如图 6 所示的架构仅为一种可选实现方式，在具体实践过程中，可根据实际需要对上述图 6 的部件数量和类型进行选择、删减、增加或替换；在不同功能部件设置上，也可采用分离设置或集成设置等实现方式，例如，加速单元 613 和 CPU601 可分离设置，再如理，可将加速单元 613 集成在 CPU601 上，通信部 612 可分离设置，也可集成设置在 CPU601 或加速单元 613 上等。这些可替换的实施方式均落入本申请的保护范围。

特别地，根据本申请的实施方式，下文参考流程图描述的过程可以被实现为计算机软件程序，例如，本申请实施方式包括一种计算机程序产品，其包含有形地包含在机器可读介质上的计算机程序，计算机程序包含用于执行流程图所示的操作的程序代码，程序代码可包括对应执行本申请提供的操作对应的指令。

在这样的实施方式中，该计算机程序可以通过通信部分 609 从网络上被下载及安装，和/或从可拆卸介质 611 被安装。在该计算机程序被中央处理单元（CPU）601 执行时，执行本申请中记载的上述指令。

在一个或多个可选实施方式中，本公开实施例还提供了一种计算机程序产品，用于存储计算机可读指令，所述指令被执行时使得计算机执行上述任意实施例所述的遥感图像识别方法。

该计算机程序产品可以具体通过硬件、软件或其结合的方式实现。在一个可选例子中，所述计算机程序产品具体体现为计算机存储介质，在另一个可选例子中，所述计算机程序产品具体体现为软件产品，例如软件开发包（Software Development Kit，SDK）等等。

在一个或多个可选实施方式中，本公开实施例还提供了另一种遥感图像识别方法及其对应的装置和电子设备、计算机存储介质、计算机程序以及计算机程序产品，其中的方法包括：第一装置向第二装置发送遥感图像识别指示，该指示使得第二装置执行上述任一可能的实施例中的遥感图像识别方法；第一装置接收第二装置发送的遥感图像识别结果。

在一些实施例中，该遥感图像识别指示可以具体为调用指令，第一装置可以通过调用的方式指示第二装置执行遥感图像识别操作，相应地，响应于接收到调用指令，第二装置可以执行上述遥感图像识别方法中的任意实施例中的操作和/或流程。

应理解，本公开实施例中的“第一”、“第二”等术语仅仅是为了区分，而不应理解成对本公开实施例的限定。

还应理解，在本公开中，“多个”可以指两个或两个以上，“至少一个”可以指一个、两个或两个以上。

还应理解，对于本公开中提及的任一部件、数据或结构，在没有明确限定或者在前后文给出相反启示的情况下，一般可以理解为一个或多个。

还应理解，本公开对至少一个实施例的描述着重强调至少一个实施例之间的不同之处，其相同或相似之处可以相互参考，为了简洁，不再一一赘述。

可能以许多方式来实现本申请的方法和装置、电子设备以及计算机可读存储介质。例如，可通过软件、硬件、固件或者软件、硬件、固件的任何组合来实现本申请的方法和装置、电子设备以及计算机可读存储介质。用于方法的操作的上述顺序仅是为了进行说明，本申请的方法的操作不限于以上具体描述的顺序，除非以其它方式特别说明。此外，在一些实施方式中，还可将本申请实施为记录在记录介质中的程序，这些程序包括用于实现根据本申请的方法的机器可读指令。因而，本申请还覆盖存储用于执行根据本申请的方法的程序的记录介质。

本申请的描述是为了示例和描述起见而给出的，而并不是无遗漏的或者将本申请限于所公开的形式。很多修改和变化对于本领域的普通技术人员而言是显然的。选择以及描述实施方式是为了更好说明本申请的原理和实际应用，并且使本领域的普通技术人员能够理解本申请实施例可以从而设计适于特定用途的带有各种修改的各种实施方式。

示例性应用场景

参考图 7，示意性地示出了根据本申请实施方式的可以在其中实现的一个应用场景。

图 7 中，神经网络 700 为用于针对待识别遥感图像进行识别（如形成云雪掩膜或者云雪水掩膜等）的神经网络。用于训练神经网络 700 的样本数据集通常包括多个遥感图像样本，且所有遥感图像样本的分辨率并不完全相同。在利用样本数据集中具有不同分辨率的遥感图像样本对神经网络 700 成功训练

后,可以利用成功训练后的神经网络 700 对来自卫星的待识别遥感图像进行识别,神经网络 700 的识别结果可以形成云雪掩膜或者云雪水掩膜等掩膜。

然而,本领域技术人员完全可以理解,本申请实施方式的适用场景不受到该框架任何方面的限制。

可能以许多方式来实现本申请的方法和装置、电子设备、计算机程序以及计算机可读存储介质。例如,可通过软件、硬件、固件或者软件、硬件、固件的任何组合来实现本申请的方法和装置、电子设备、计算机程序以及以及计算机可读存储介质。用于方法的操作的上述顺序仅是为了进行说明,本申请的方法的操作不限于以上具体描述的顺序,除非以其它方式特别说明。此外,在一些实施方式中,还可将本申请实施为记录在记录介质中的程序,这些程序包括用于实现根据本申请的方法的机器可读指令。因而,本申请还覆盖存储用于执行根据本申请的方法的程序的记录介质。

本申请的描述是为了示例和描述起见而给出的,而并不是无遗漏的或者将本申请限于所公开的形式。很多修改和变化对于本领域的普通技术人员而言是显然的。选择和描述实施方式是为了更好说明本申请的原理和实际应用,并且使本领域的普通技术人员能够理解本申请从而设计适于特定用途的带有各种修改的各种实施方式。